

3 1990
marzec

Ac2 Nysa

AUTOMATYKA KOLEJOWA

**STEROWANIE RUCHEM. ŁĄCZNOŚĆ.
INFORMATYKA**

PL ISSN 0137-2858



PKP

SPIS TREŚCI

- 33** **MAREK BARTCZAK, EDWARD BARTOCHOWSKI,
ZYGMUNT RAJKOWSKI**
Zmodernizowany układ sterowania i kontroli
szybkobieźnego napędu zwrotnicowego z silnikiem trójfazowym
dla górnek rozrządowych
- 39** **ZBIGNIEW MOŚCICKI**
Elektryczna centralizacja zwrotnic
w urządzeniach mechanicznych
- 43** **STANISŁAW ZBYRAD**
Zabezpieczenie kabli optycznych przed korozją
- 48** **TADEUSZ PUCHALSKI**
Przyczyny uszkodzeń osłon ochronnych kabli
i propozycje dotyczące poprawy w tym zakresie
- 54** **Polskie Koleje Państwowe**
w „Małym roczniku statystycznym 1939” — Waldemar Gosk
- 55** **Z zagranicznej literatury fachowej**



Wydawca:

**WYDAWNICTWA
KOMUNIKACJI
I ŁĄCZNOŚCI**

ul. Kazimierzowska 52
02-546 WARSZAWA
Skanowanie: Artur Palka

PL ISSN 0137-2858

REDAKCJA

ul. Kazimierzowska 52,
02-516 Warszawa, tel. 49-91-78
lub 49-27-51 wew. 293;
kolej. 16-60

Redaguje kolegium w składzie:
prof. dr hab. M. Dąbrowa-Ba-
jon, mgr inż. N. Gruchała
(z-ca red. naczelnego), mgr
inż. Z. Mościcki (red. naczel-
ny), dr inż. J. Suchodolski, dr
R. Matys, mgr inż. St. Góras,
D. Kaczmarek (sekretarz re-
dakcji), st. korektor Anna
Przybysz;
przy współpracy Stowarzysze-
nia Inżynierów i Techników
Komunikacji

Warunki prenumeraty w 1990 roku.

Wpłaty na prenumeratę AUTOMATYKI KOLEJOWEJ należy
kierować bezpośrednio na konto wydawcy:

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI I ŁĄCZNOŚCI
ul. Kazimierzowska 52
02-546 Warszawa

konto: PBK III O. Warszawa 370015-6464
z wyraźnym zaznaczeniem tytułu czasopisma i liczby zama-
wianych egzemplarzy.

Terminy przyjmowania prenumeraty na kraj i zagranicę:
do 30 listopada na I kwartał, I półrocze i cały rok następ-
ny oraz w ciągu roku — do dnia 1. każdego miesiąca po-
przedzającego okres prenumeraty.

Cena prenumeraty rocznej 6000 zł, półrocznej 3000 zł, kwar-
talnej 1500 zł.

Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę jest droższa
o 100 procent.

Nakład 1400 egz. format A4, Drukarnia Kolejowa, Przed-
siębiorstwo Państwowe, Zakład Prowadzący, ul. Feliń-
skiego 2a. 01-513 Warszawa. Zam. 3508. F 51.

AUTOMATYKA KOLEJOWA



MIESIĘCZNIK TECHNICZNO-GOSPODARCZY

ROK XIII (XXXVII)

Nr 3 • MARZEC • 1990

MAREK BARTCZAK

WSI Radom

EDWARD BARTOCHOWSKI

ONTK Warszawa

ZYGMUNT RAJKOWSKI

ZWUS Katowice

Zmodernizowany układ sterowania i kontroli szybkobieźnego napędu zwrotnicowego z silnikiem trójfazowym dla górek rozrządowych

Nastawianie przebiegów dla odpręgów staczanych z górk rozrządowej jest jedną z podstawowych funkcji urządzeń rozrządowych. W zakresie nastawiania przebiegów istotną rolę odgrywa sterowanie zwrotnicami znajdującymi się w strefie podziałowej górk rozrządowej. Zwrotnice te w strefie podziałowej górk rozrządowej są obecnie przestawiane za pomocą napędów typu EEA-4 z silnikiem trójfazowym o mocy 1,5 kW, sterowanych z układów na wejścia których są wprowadzane sygnały sterujące, pochodzące z przycisków na pulpicie nastawczym oraz z urządzeń samoczynnego nastawiania zwrotnic.

Układ sterowania i kontroli szybkobieźnego napędu zwrotnicowego dla górek rozrządowych musi odznaczać się, m.in., dużą szybkością działania i umożliwiać samoczynny powrót napędu do położenia wyjściowego po upływie ustalonego czasu.

Dotychczasowa eksploatacja opracowanego układu sterowania i kontroli szybkobieźnego napędu zwrotnicowego z silnikiem trójfazowym dla górek rozrządowych ujawniła wiele mankamentów tego układu, co spowodowało konieczność jego modernizacji [2] [3] i [4].

1. Założenia funkcjonalne

Przy modernizacji układu sterowania i kontroli szybkobieźnego napędu zwrotnicowego z silnikiem trójfazowym dla górek rozrządowych przyjęto, że układ musi zapewniać:

- a) obsługę jedno- i dwuprzyciskową;
- b) nastawianie napędu do położenia krańcowego z urządzeń samoczynnego nastawiania zwrotnic;
- c) nadrzędność sterowania z pulpitu nastawczego nad sterowaniem z urządzeń samoczynnego nastawiania zwrotnic;

d) zmianę kierunku nastawiania podczas przestawiania zwrotnicy;

e) proces przestawiania zwrotnicy przez napęd powinien być kontynuowany do końca, mimo zajęcia przez odpręg w trakcie przestawiania odcinka izolowanego zwrotnicy;

f) samoczynny powrót napędu do położenia wyjściowego w przypadku niepojawienia się kontroli położenia krańcowego zwrotnicy po upływie $0,8 \pm 0,2$ s,

licząc od chwili podania sygnału inicjującego pracę układu pod warunkiem, że płynie prąd nastawczy i nie jest zajęty odcinek izolowany zwrotnicy;

g) układ powinien zapewniać kontrolę stanu zajętości odcinka izolowanego zwrotnicy oraz

h) rozpoczęcie przestawiania napędu po zajęciu przez odpręg odcinka izolowanego zwrotnicy;

i) w przypadku usterki w obwodzie kontroli zajętości zwrotnicy, powodującej stan odpowiadający zajętości zwrotnicy, układ powinien umożliwiać nastawianie napędu za pomocą przycisku bocznikowania, użytego jednocześnie z przyciskiem zwrotnicowym. Czynność ta powinna być rejestrowana;

j) układ powinien umożliwiać zastosowanie liczników indywidualnego i grupowego do rejestracji użycia przycisku bocznikowania oraz

k) kontrolę rozprucia zwrotnicy i rejestrację użycia przycisku kasowania rozprucia zwrotnicy;

l) układ musi zapewniać indywidualną rejestrację użycia przycisku kasowania rozprucia zwrotnicy oraz umożliwiać współpracę w zakresie rejestracji i kasowania z grupowym przyciskiem i licznikiem;

l) układ powinien umożliwiać zamknięcie zwrotnicy w dowolnym położeniu krańcowym i zwolnienie zamknięcia;

m) wprowadzenie zależności ze stacyjnych urządzeń srk w przypadku, gdy zwrotnica uczestniczy w przebiegu (utwierdzenie zwrotnicy w przebiegu);

n) układ powinien umożliwiać sygnalizację na pulpicie nastawczym: położenia zasadniczego i przełożonego zwrotnicy; stanu zajętości odcinka izolowanego zwrotnicy; rozprucia zwrotnicy; obustronnego zablokowania zwrotnicy w położeniu pośrednim; utwierdzenia zwrotnicy w przebiegu; zamknięcia zwrotnicy.

2. Założenia techniczne

Założenia techniczne do modernizacji układu sterowania i kontroli szybkobieżnego napędu zwrotnicowego z silnikiem trójfazowym dla górrek rozrządowych:

a) czas własny układu, obejmujący czas, jaki upływa od chwili pojawienia się sygnału inicjującego pracę układu do chwili włączenia prądu nastawczego, oraz czas upływający od chwili wyłączenia prądu nastawczego po przestawieniu napędu do chwili pojawienia się kontroli położenia napędu, nie może przekraczać 0,3 s;

b) czas trwania sygnału inicjującego pracę układu sterowania i kontroli nie może powodować niewłaściwego działania układu, tj. wyłączenia prądu nastawczego po rozpoczęciu przestawiania napędu lub zablokowania układu;

c) układ powinien zabezpieczać silnik napędu przed przeciążeniem w przypadku obustronnego zablokowania zwrotnicy. W tym stanie wyłączenie prądu nastawczego powinno nastąpić po upływie ok. 1 s licząc od chwili zastosowania samoczynnego powrotu;

d) załączanie obwodu nastawczego powinno być realizowane za pomocą triaków;

e) układ powinien umożliwiać zastosowanie stycznika do załączenia obwodu nastawczego;

f) w przypadku zwarcia triaka w obwodzie nastawczym układ powinien uniemożliwiać włączenie prądu nastawczego;

g) układ powinien chronić triaki w obwodzie nastawczym przed skutkami odłączenia uzwojenia pierwotnego nie obciążonego transformatora nastawczego i przepalenia bezpiecznika;

h) przeciążeniowe zabezpieczenie obwodu nastawczego układu powinno chronić elementy tego obwodu przed uszkodzeniem;

i) układ powinien być połączony z napędem za pomocą kabla o maksymalnej liczbie żył równej 6;

j) obwód nastawczy układu powinien być przystosowany do zasilania napięciem przemiennym

$3 \times 380 \text{ V} / 220 \text{ V} \pm 15\%$ o częstotliwości $50 \text{ Hz} \pm 10\%$
 $+ 10\%$

Przerwa w zasilaniu, trwająca nie dłużej niż 20 ms, nie może powodować niewłaściwego działania układu (wyłączenia prądu nastawczego po rozpoczęciu przestawiania napędu i zablokowania układu);

k) pozostałe obwody układu powinny być przystosowane do zasilania napięciem stałym $24 \text{ V} \pm 10\%$;

l) konstrukcja układu powinna być oparta o przyjęte na PKP standardy oraz umożliwiać dostosowanie do istniejących urządzeń srk;

l) układ powinien poprawnie pracować w następujących warunkach: temperatura 263–323 K (-10 — $+50^\circ\text{C}$); wilgotność względna do 95% przy 293 K (20°C); wibracje o częstotliwości 5–22 Hz i amplitu-

dzie 1 mm lub o częstotliwości 22–50 Hz i przyspieszeniu 2 g (g — przyspieszenie ziemskie);

m) układ powinien spełniać wymagania dotyczące ochrony przeciwporażeniowej zgodnie z zasadami obowiązującymi na PKP dla urządzeń srk.

3. Założenia fail-safe

Zmodernizowany układ sterowania i kontroli szybkobieżnego napędu zwrotnicowego z silnikiem trójfazowym dla górrek rozrządowych powinien być tak zaprojektowany, że usterka i zakłócenie operacyjne nie spowoduje zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu. Usterka i zakłócenie operacyjne powinny być wykrywalne w tym samym, a jeśli to niemożliwe w następnym cyklu nastawczym. (Cykl nastawczy jest liczony od chwili podania sygnału inicjującego pracę układu do chwili pojawienia się kontroli położenia po przestawieniu zwrotnicy).

Pod pojęciem usterki rozumie się:

a) w przypadku przekąźników: niewzbudzenie przekąźnika oraz niezwolnienie przekąźnika mimo wystąpienia przyczyny do zmiany jego stanu;

b) w przypadku pozostałych elementów (kablów, przewodów połączeniowych indywidualnego montażu): przerwę, zwarcie, uziemienie.

Za zakłócenie operacyjne uważa się: niewłaściwą obsługę przycisków, przepalenie bezpiecznika, krótkotrwałe przepięcie, chwilowy zanik napięcia.

Powyższe zasady zostały adaptowane niemal ściśle z warunków bezpieczeństwa dla przekąźnikowych systemów stacyjnych. Zastosowanie ich do analizy układów sterowania dla górrek rozrządowych wymaga dodatkowej interpretacji. Wynika to z odmiennego sposobu prowadzenia ruchu w strefie podziałowej.

W celu oceny reakcji układu ZWD na uszkodzenia przyjęto następujące ustalenia:

a) nie rozpatruje się skutków uszkodzeń powstałych w fazie pracy napędu zwrotnicowego, a bezpieczeństwo rozrządu zapewnia się stosując zasady niezawodności;

b) za bezpieczną reakcję na uszkodzenie powstałe w fazie pracy obwodu K_n uważa się: zasygnalizowanie stanu usterkowego na pulpicie operatora; brak możliwości elektrycznego przestawiania napędu; rozpoczęte przestawianie napędu zakończy się osiągnięciem dowolnego końcowego położenia;

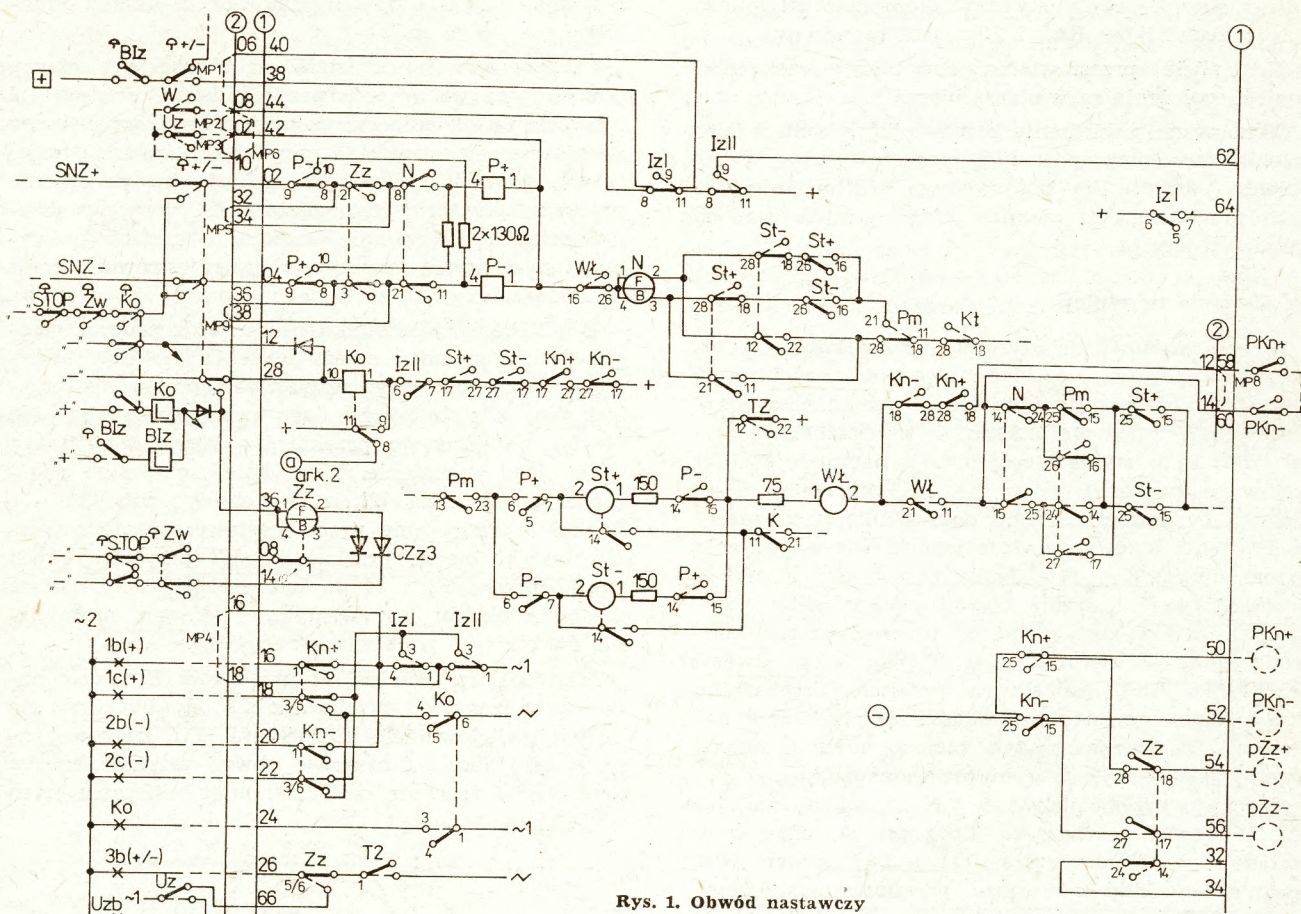
c) wystarczające do uznania uszkodzenia za bezpieczne jest spełnienie jednego z podanych w pkt. b) warunków.

4. Zasady działania

Schematy ideowe zmodernizowanego układu sterowania i kontroli szybkobieżnego napędu zwrotnicowego z silnikiem trójfazowym dla górrek rozrządowych są przedstawione na rys. 1 i 2.

Kontrola położenia zwrotnicy

Do obwodu przekąźników kontroli położenia zwrotnicy są włączone zestyki przekąźników K_o kontroli rozprucia zwrotnicy i K kontroli prądu nastawczego oraz zestyki przekąźnika nastawczego N i kontrolne I i II napędu zwrotnicowego, przy czym przekąźnik

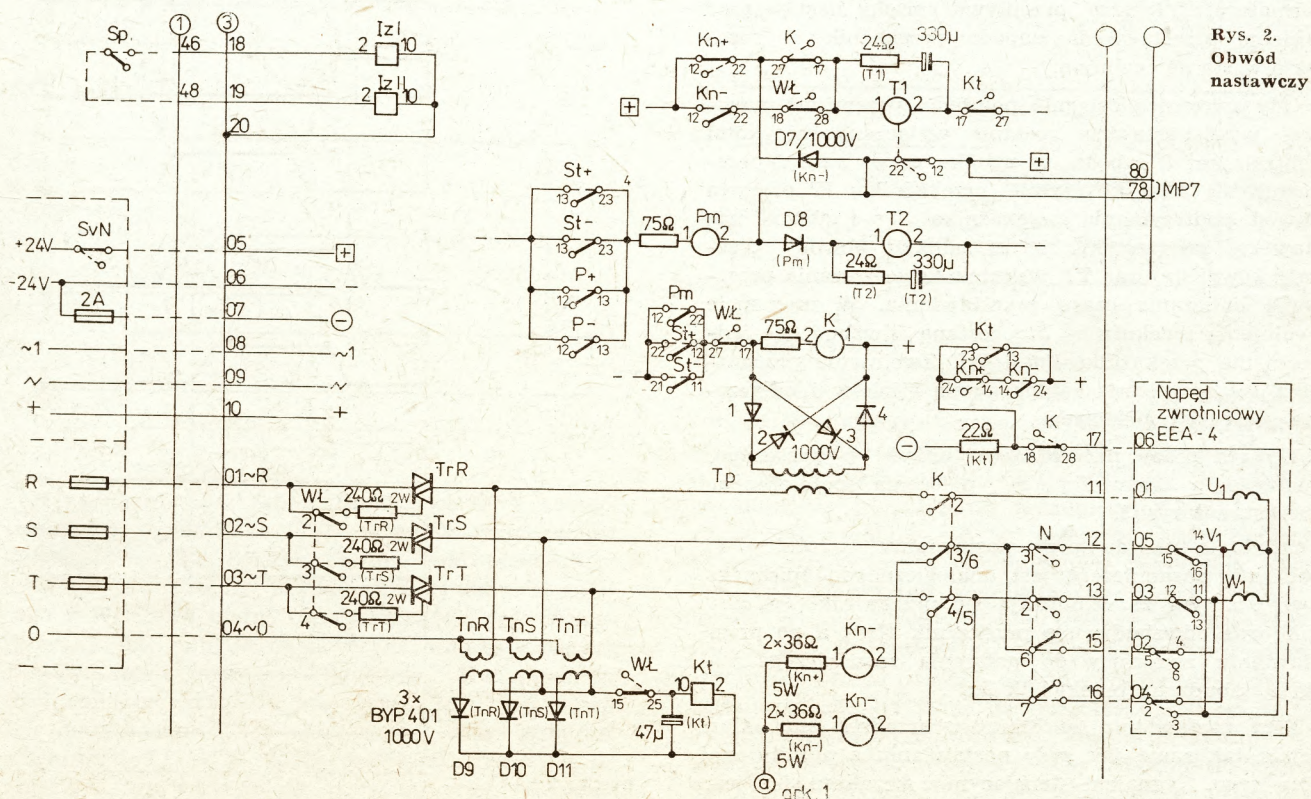


Rys. 1. Obwód nastawczy

Kn^+ kontroli położenia zasadniczego zwrotnicy sprawdza zgodność stanu zestyku kontrolnego II napędu ze stanem czynnym przełącznika N, przełącznik Kn^- kontroli położenia przełożonego — zgodność sta-

nu zestyku kontrolnego I napędu ze stanem biernym przełącznika N.

Jeżeli zwrotnica znajduje się w położeniu zasadniczym, przełącznik Kn^+ jest przyciągnięty, a prze-



Rys. 2. Obwód nastawczy

każnik Kn^- — zwolniony. Do położenia przełożonego stan przekaźników Kn^+ i Kn^- jest przeciwny.

W trakcie przestawiania zwrotnicy przekaźniki kontroli położenia są w stanie biernym.

Jednoczesne wzbudzenie przekaźników kontroli położenia zwrotnicy powoduje natychmiastowe przepalenie bezpiecznika znajdującego się w obwodzie tych przekaźników, wskutek czego przejdą one do stanu biernego.

Nastawianie zwrotnicy

W celu nastawienia zwrotnicy do położenia przełożonego należy nacisnąć przycisk zwrotnicowy „+/-”. To spowoduje wzbudzenie przekaźnika przyciskowego P^- pod warunkiem, że przekaźniki torowe IzI i $IzII$ są w stanie biernym, co oznacza, że odcinki izolowane zwrotnicy są wolne. Zestyk czynny przekaźnika P^- zamknie obwód przekaźnika pomocniczego Pm , co z kolei spowoduje jednoczesne wzbudzenie przekaźników K i St^- . Jeden z zestyków czynnych przekaźnika K zamknie obwód podtrzymania przekaźnika St^- , a zestyki biernie przerwą obwód kontroli położenia zwrotnicy, w wyniku czego zwolni przekaźnik Kn^+ . Na skutek przejścia przekaźnika St^- do stanu czynnego odwzbudzi się przekaźnik nastawczy N , którego zestyk bierny zamknie obwód przekaźnika $Wł$. Zestyki biernie przekaźnika $Wł$ odłączą cewki przekaźników $T1$ i K od baterii zasilającej. W cewce przekaźnika $T1$ popłynie odład prądu rozładowania kondensatora ($T1$), a tym samym rozpocznie się odliczanie czasu przestawiania. Pojemność kondensatora ($T1$) jest tak dobrana, że przekaźnik $T1$ pozostanie wzbudzony ok. 1s. Poprzez zestyki czynne przekaźnika $Wł$ napięcie zostanie podane na bramki triaków, co spowoduje odblokowanie triaków i w konsekwencji przyłączenie napięcia trójfazowego do silnika napędu i przestawienie zwrotnicy. Dzięki napięciu indukowanemu w uzwojeniu wtórnym transformatora TrI przy przepływie prądu nastawczego podczas przestawiania napędu przekaźnik K pozostaje w stanie czynnym.

Gdy zwrotnica osiągnie położenie przełożone, wówczas prąd nastawczy zostanie wyłączony zestykami kontrolnymi I napędu, w wyniku czego zwolni przekaźnik K . Zestyki czynne przekaźnika K przerwą obwód podtrzymania przekaźnika St^- i obwód nastawczy, zaś zestyki biernie zamkną obwody przekaźników Kn^- oraz $T1$, wskutek czego zostanie przerwane odliczanie czasu przestawiania. W momencie zwolnienia przekaźnika St^- zostaną odwzbudzone jednocześnie przekaźniki Pm i $Wł$. Zwolnienie przekaźnika $Wł$ spowoduje zablokowanie triaków i odłączenie napięcia trójfazowego.

Wykres pracy przekaźników układu w przypadku nastawiania zwrotnicy do położenia przełożonego przedstawia rys. 3.

Działanie układu przy nastawianiu zwrotnicy do położenia zasadniczego jest analogiczne do opisanego wyżej, z tym że wzbudzają się przekaźniki P^+ , St^+ i N oraz odwzbudza się przekaźnik Kn^- , a po przestawieniu zwrotnicy do położenia zasadniczego zostaje wzbudzony przekaźnik Kn^+ .

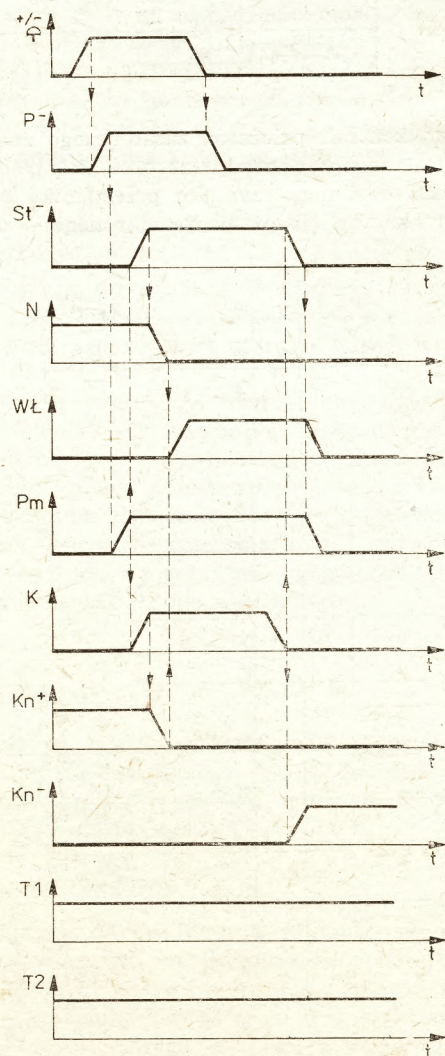
Przy nastawianiu zwrotnicy z urządzeń snz układ działa tak samo jak przy nastawianiu z pulpitu nastawczego. Sygnałem sterującym z urządzeń snz jest

potencjał $-24V$ podawany na wejścia układu oznaczone snz „+” i snz „-”.

W razie powstania usterki w obwodzie torowym, powodującej wzbudzenie przekaźników torowych IzI lub $IzII$, nastawienie zwrotnicy jest realizowane przez jednoczesne naciśnięcie przycisków zwrotnicowego i Biz , których zestyki zboczniują zestyki biernie przekaźników torowych włączone do obwodów przekaźników P^+ , P^- i N . Jednoczesne naciśnięcie wymienionych wyżej przycisków jest rejestrowane przez licznik.

W celu zmiany kierunku nastawiania podczas przestawiania zwrotnicy należy nacisnąć przycisk zwrotnicowy, wskutek czego wzbudzi się przekaźnik przyciskowy. Zestyk bierny tego przekaźnika przerwie obwód wzbudzonego przekaźnika sterującego powodując jego zwolnienie. To z kolei spowoduje zwolnienie przekaźnika $Wł$, a tym samym zablokowanie triaków i wyłączenie prądu nastawczego. Jednocześnie zestyki biernie przekaźnika $Wł$ przyłączą cewki przekaźników $T1$ i K do baterii zasilającej. Dalsze działanie układu jest identyczne jak przy nastawianiu zwrotnicy z położenia krańcowego.

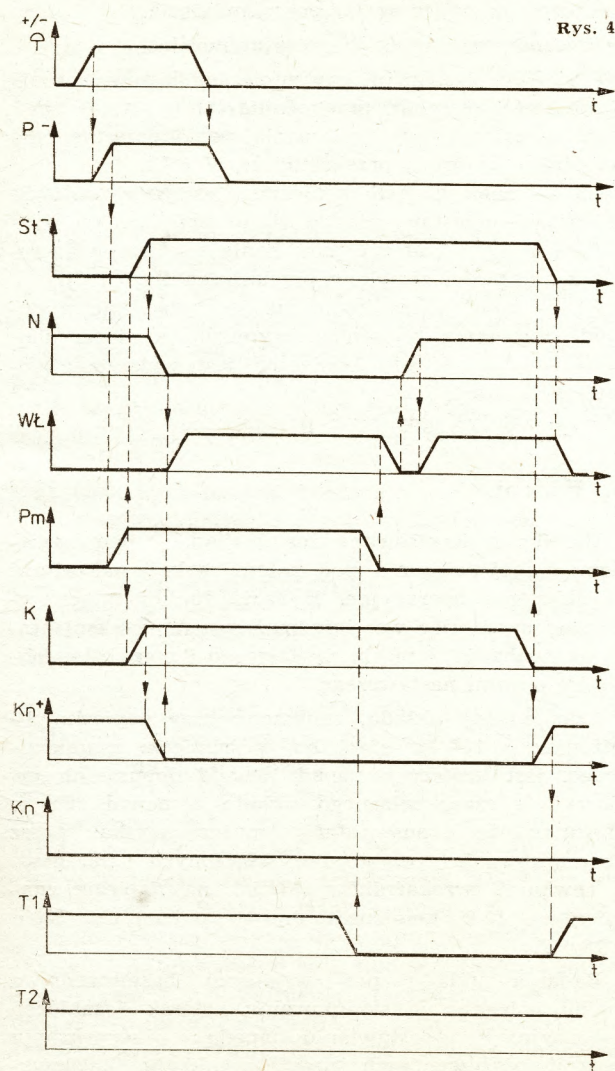
Jeżeli po upływie ok. 1s przekaźnik K będzie nadal wzbudzony, to przekaźnik $T1$ odwzbudzi się na skutek rozładowania kondensatora ($T1$). Zestyk czynny przekaźnika $T1$ przerwie obwód przekaźnika Pm oraz obwód przekaźnika $T2$ inicjując odliczanie czasu



Rys. 3

powrót zwrotnicy do położenia wyjściowego. Przejście przekaźnika Pm do stanu biernego spowoduje odwzbudzenie przekaźnika $Wł$, wskutek czego zostaną zablokowane triaki oraz zadziała przekaźnik N . Po zmianie stanu przekaźnika N wzbudzi się przekaźnik $Wł$, który odblokuje triaki. W chwili gdy zwrotnica znajdzie się w położeniu krańcowym, odwzbudzi się przekaźnik K , w następstwie czego wzbudzi się przekaźnik kontroli położenia zwrotnicy i swoim zestykiem czynnym zamknie obwód przekaźnika $T1$. Z kolei zestyk czynny przekaźnika $T1$ przyłączy cewkę przekaźnika $T2$ do baterii zasilającej przerywając odliczanie czasu powrotu.

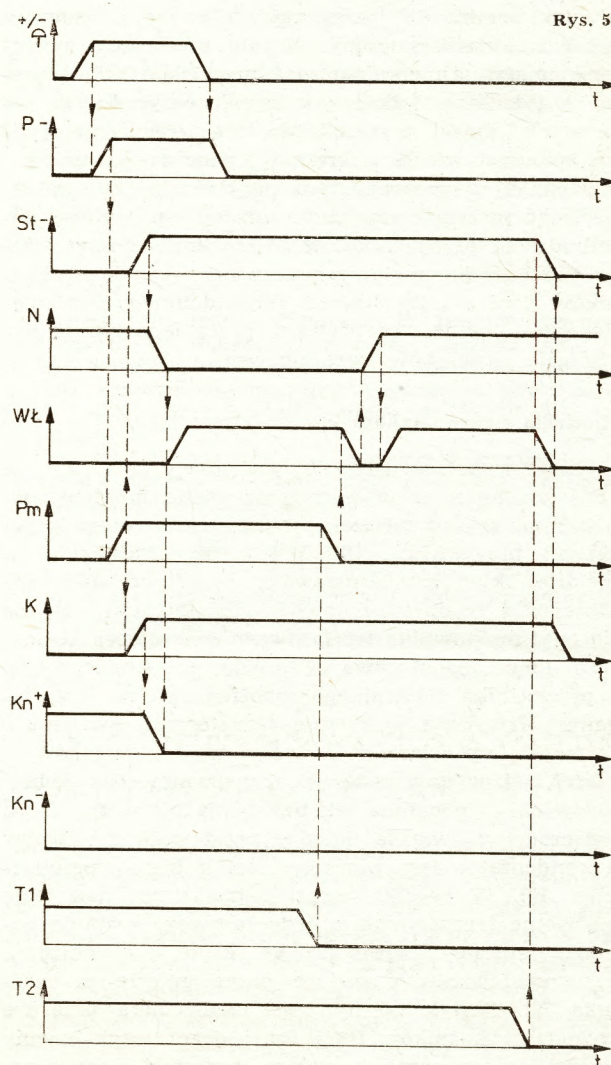
Wykres pracy przekaźników przy jednostronnym zablokowaniu zwrotnicy nastawianej do położenia przełożonego jest przedstawiony na rys. 4.



Przy obustronnym zablokowaniu zwrotnicy nastąpi zwolnienie przekaźnika $T2$ na skutek rozładowania kondensatora ($T2$). Zestyk czynny tego przekaźnika przerwie jednocześnie obwody przekaźników sterującego i $Wł$. Stan bierny przekaźnika $T2$ jest sygnalizowany na pulpicie nastawczym lampką świecącą się światłem czerwonym migowym. Konsekwencją zwolnienia przekaźników sterującego i $Wł$ jest przejście przekaźnika K w stan bierny. Aby wzbudzić przekaźniki $T1$ i $T2$, należy przestawić zwrotnicę do położenia wyjściowego za pomocą korby. Wówczas

przyciągnie przekaźnik kontroli położenia zwrotnicy, co spowoduje przyciągnięcie przekaźnika $T1$, który swoim zestykiem czynnym zamknie własny obwód podtrzymania i obwód przekaźnika $T2$. Po przyciągnięciu przekaźnika $T2$ układ jest gotowy do pracy. Gotowość układu do pracy jest sygnalizowana na pulpicie nastawczym przez wygaszenie wspomnianej wyżej lampki.

Wykres pracy przekaźników przy obustronnym zablokowaniu zwrotnicy nastawianej do położenia przełożonego jest pokazany na rys. 5.



Rozprucie zwrotnicy

W chwili zajęcia odcinka izolowanego zwrotnicy zostaje wzbudzony przekaźnik torowy $IzII$. Natomiast podczas rozprucia zwrotnicy następuje przełączenie zestyków kontrolnych II (gdy zwrotnica znajduje się w położeniu zasadniczym) lub I (gdy zwrotnica znajduje się w położeniu przełożonym) napędu, dzięki czemu odwzbudzi się przekaźnik $Kn+$ lub $Kn-$. Taki stan wymienionych wyżej przekaźników powoduje wzbudzenie przekaźnika Ko kontroli rozprucia zwrotnicy, który swoim zestykiem czynnym zamknie własny obwód podtrzymania niezależnie od stanu przekaźnika torowego $IzII$, a jego zestyk bierny otworzy obwód przekaźników kontroli położenia zwrotnicy. Aby odwzbudzić przekaźnik Ko , należy nacisnąć jednocześnie przyciski

zwrotnicowy i Ko. Naciśnięcie wymienionych przycisków jest rejestrowane przez licznik.

W celu uniemożliwienia nastawienia zwrotnicy przy realizacji funkcji wymagających jednoczesnego naciśnięcia dwóch przycisków: grupowego, określającego realizowaną funkcję, i zwrotnicowego, przycisk grupowy, którego zestyk jest włączony do obwodu przycisków P^+ i P^- , powinien być naciśnięty jako pierwszy, a zwolniony jako ostatni.

Indywidualne zamknięcie zwrotnicy

Jako przekaźnik zamykający Zz jest stosowany przekaźnik remanencyjny. W celu zamknięcia zwrotnicy należy najpierw nacisnąć przycisk STOP, którego zestyk — podobnie jak zestyk przycisku Ko — przerwie obwód przekaźników P^+ i P^- uniemożliwiając nastawienie zwrotnicy podczas zamykania. Następnie, przy wciśniętym przycisku STOP należy nacisnąć przycisk zwrotnicowy, co spowoduje odwołanie przekaźnika Zz. Zestykami czynnymi tego przekaźnika zostanie przerwany obwód przekaźników P^+ i P^- . Zwolnienie indywidualnego zamknięcia zwrotnicy jest realizowane przez jednoczesne naciśnięcie przycisków zwrotnicowego i Zw.

Kontrola zwarć triaków

Kontrola zwarć triaków jest przeprowadzana w celu wyeliminowania zagrożenia, jakie mogłoby powstać na skutek włączenia prądu nastawczego przez zestyki przekaźnika. Układ kontroli zwarć triaków blokuje układ zmodernizowany w przypadku zwarć któregoś z triaków w obwodzie nastawczym. Składa się on z prostownika trójfazowego zawierającego transformatory jednofazowe i diody, z kondensatora i przekaźnika neutralnego, opóźnionego na przyciąganie. Uzwojenia pierwotne transformatorów jednofazowych są włączone między wyjścia triaków a „zero”. Uzwojenia wtórne transformatorów jednofazowych — podobnie jak uzwojenia pierwotne — są połączone w gwiazdę. Między prostownik trójfazowy a kondensator jest włączony zestyk bierny przekaźnika Wł. W wyniku zwarcia triaka na uzwojenie pierwotne transformatora jednofazowego zostanie podane napięcie fazowe (220 V), które po obniżeniu i wyprostowaniu powoduje przyciągnięcie przekaźnika Kt. Zestyk bierny tego przekaźnika przerwie obwód przekaźników P^+ i P^- , a jego zestyk czynny zewrze źródło napięcia stałego, wskutek czego przepali się bezpiecznik włączony do obwodu sterującego. Przepalenie bezpiecznika spowoduje zablokowanie układu zmodernizowanego do chwili wymiany uszkodzonych elementów. Podczas przestawiania zwrotnicy przekaźnik Kt jest odłączony od prostownika trójfazowego zestykiem biernym przekaźnika Wł.

Sygnalizacja na pulpicie nastawczym

Na pulpicie nastawczym są sygnalizowane następujące stany zwrotnicy:

a) zwrotnica w położeniu zasadniczym przy nie zajętych odcinku izolowanym — światło białe w szczelinie „+”,

b) zwrotnica w położeniu przełożonym przy nie zajętych odcinku izolowanym — światło białe w szczelinie „—”,

c) zwrotnica w położeniu zasadniczym przy zajętych odcinku izolowanym — światło czerwone w szczelinie „+”,

d) zwrotnica w położeniu przełożonym przy zajętych odcinku izolowanym — światło czerwone w szczelinie „—”,

e) rozprucie zwrotnicy — światło czerwone migające w szczelinach „+” i „—” oraz światło białe ciągłe w lampce obok przycisku kasowania rozprucia,

f) brak kontroli połączenia zwrotnicy — wygaszone szczeliny „+” i „—”,

g) indywidualne zamknięcie zwrotnicy — światło czerwone w lampce zamknięcia,

h) utwierdzenie zwrotnicy w przebiegu — światło białe w lampce zamknięcia,

i) obustronne zablokowanie zwrotnicy — światło czerwone migające w lampce zamknięcia.

Przeznaczenie wtyków programowych:

MP1 i MP4 — założyć, gdy konieczne jest wyłączenie z zależności zestyków przekaźnika IzI,

MP2 — założyć, gdy brak uzależnienia przestawiania zwrotnicy od stanu przekaźników W i Uz,

MP3 — założyć jeśli konieczne jest wprowadzenie zależności przestawiania od stanu przekaźnika W,

MP5 i MP9 — założyć, gdy konieczne jest wyłączenie z zależności zestyków przekaźnika Zz,

MP6 — założyć, gdy konieczne jest włączenie w obwód sterowania zwrotnicą kryterium utwierdzenia,

MP7 — założyć, gdy konieczne jest wyłączenie odmierzenia czasu T2,

MP — założyć, gdy brak przekaźników pKn.

5. Badania

Układ zmodernizowany został zbadany pod względem funkcjonalnym i pod kątem reakcji na usterki i zakłócenia operacyjne. Badania funkcjonalne wykonano symulując wszelkie możliwe stany eksploatacyjne, wahania napięcia zasilającego i pomyłki w obsłudze pulpitu nastawczego.

Czas własny układu, zmierzony przy napięciu obniżonym o 10% w stosunku do napięcia znamionowego, jest krótszy o ponad 10% od dopuszczalnego. Skrócenie czasu własnego układu o ponad 20% w stosunku do dopuszczalnego można uzyskać przez zbocznikowanie rezystorów włączonych szeregowo z cewkami przekaźników JRF5.... na napięcie znamionowe 12 V kondensatorami o pojemności $330 \cdot 10^{-6} \text{ F}$.

Badania układu pod względem bezpieczeństwa ruchu polegały na symulowaniu usterek i zakłóceń operacyjnych, przestawianiu napędu i obserwowaniu reakcji poszczególnych obwodów układu. Zachowanie się układu z zasymulowanymi usterkami i zakłóceniami operacyjnymi zostało określone dla kilku kolejnych cykli nastawczych przy przestawianiu elektrycznym i ręcznym. W celu zapewnienia dużej wiarygodności badań poprawność działania układu była sprawdzana każdorazowo przed i po symulacji usterek i zakłóceń.

Przeprowadzone próby funkcjonalne dały wynik pozytywny, a badania bezpieczeństwa wykazały prawidłową reakcję na usterki i zakłócenia operacyjne.

W przypadku uszkodzeń w układzie RC przekaźnika T1 wykrycie niesprawności następuje podczas

pracy obwodu nastawczego napędu. Z tego powodu konieczna jest okresowa kontrola ww. elementów. Wskazane jest objęcie okresową kontrolą również układu RC przełącznika T2 oraz diody w obwodzie przełącznika Ko.

Zabezpieczenie przeciążeniowe obwodu nastawczego stanowią bezpieczniki M611 na prąd znamionowy 2A, włączone szeregowo z triakami o prądzie przewodzenia 80A i na napięcie 1000 V.

Dobór triaków został przeprowadzony według następującego algorytmu [1]:

a) niepowtarzalny szczytowy prąd przewodzenia triaka powinien być większy od prądu ograniczonego przez bezpiecznik,

b) powtarzalne szczytowe napięcie wsteczne triaka powinno być większe od przepięcia generowanego przy przepaleniu bezpiecznika i odłączeniu uzwojenia pierwotnego nie obciążonego transformatora nastawczego.

Skuteczność zabezpieczenia przeciążeniowego obwodu nastawczego zostanie zbadana dopiero po zainstalowaniu pierwszych prototypów na jednej ze stacji rozrządowych.

6. Zakończenie

Zmodernizowany układ sterowania i kontroli szybkobieżnego napędu zwrotnicowego z silnikiem trójfazowym dla górek rozrządowych, niezależnie od elementów zastosowanych do łączenia obwodu nastawczego, spełnia wymagania stawiane nowoczesnym układom tego typu.

Układ zmodernizowany jest pozbawiony wad, jakie ma układ opracowany wcześniej. Ponadto odznacza się on:

- a) większą szybkością działania,
- b) mniejszą liczbą połączeń wewnętrznych,

mgr inż. ZBIGNIEW MOŚCICKI

**Centrum Naukowo-Techniczne
Kolejnictwa**

Ograniczony zasięg nastawiania i niewielka siła nastawcza mechanicznych napędów zwrotnicowych powoduje duże utrudnienia w utrzymaniu i rozbudowie mechanicznych urządzeń nastawczych. Zdarza się to zwłaszcza przy dobudowie przejść trapezowych w głowicach stacji, które z reguły są odległe od nastawni i podczas zmiany nawierzchni z S49 na S60, gdyż zwrotnice S60 z iglicami sprężystymi wymagają o wiele większej siły nastawczej niż zwrotnica S49. Wyjściem z tej sytuacji jest albo przejście na nastawianie ręczne i uzależnienie klucze, co w istotny sposób utrudnia korzystanie z tych rozjazdów, lub też nastawianie elektryczne. To ostatnie do chwili obecnej realizuje się za pomocą napędów jednofazowych i układów nastawczych na przełącznikach JRK.

Opracowany w Centrum Naukowo-Technicznym Kolejnictwa trójfazowy układ nastawczy N86F, którego opis został zamieszczony w „Automatyce Kolejowej” nr 1—2/1990 lepiej odpowiada warunkom stawianym tym urządzeniom ze względu na niewielkie rozmiary, mały pobór mocy, dużą niezawodność pracy i możliwość sprzęgania zwrotnic.

Istnieje kilka sposobów uzależniania zwrotnic nastawianych elektrycznie w urządzeniach mechanicznych. Najprostszym z nich jest nastawianie zwrotnic

c) mniejszą liczbą elementów,

d) kilkakrotnie mniejszą pojemnością kondensatorów włączonych równolegle do cewek przekładników kontroli czasu przestawiania, gwarantujących większą stabilność czasu zwolnienia tych przekładników.

Przewiduje się, że zapewnienie wymaganej szybkości działania układu nie będzie wymagać doboru przełączników IRF5... pod względem czasów zadziałania jak i stosowania specjalnych przełączników IRF 5...

Układ zmodernizowany może być sterowany za pomocą jednego lub dwóch przycisków zwrotnicowych, przy czym obsługa jednoprzyciskowa nie wymaga stosowania zestawu pośredniczącego. Przy stosowaniu układu do współpracy z istniejącymi urządzeniami srk wymaga jedynie niewielkiej zmiany połączeń wewnątrz napędu.

Kilka pierwszych prototypów układu zmodernizowanego, na których zostaną przeprowadzone badania eksploatacyjne, będzie zainstalowanych w połowie 1990 r. na stacji Tarnowskie Góry.

Bibliografia

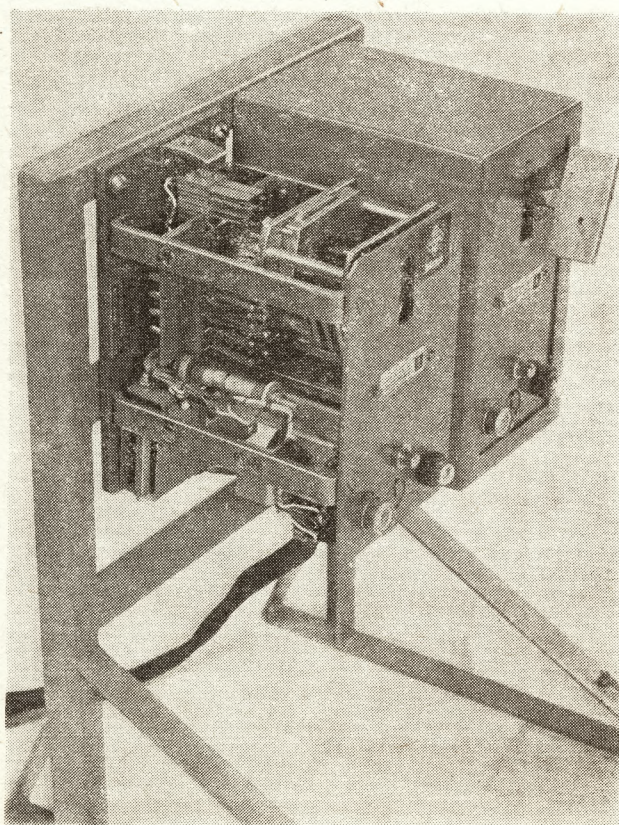
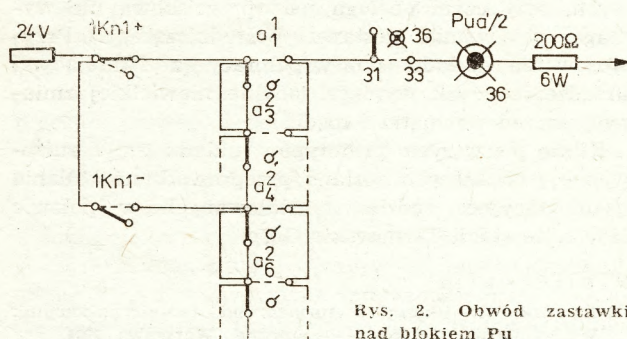
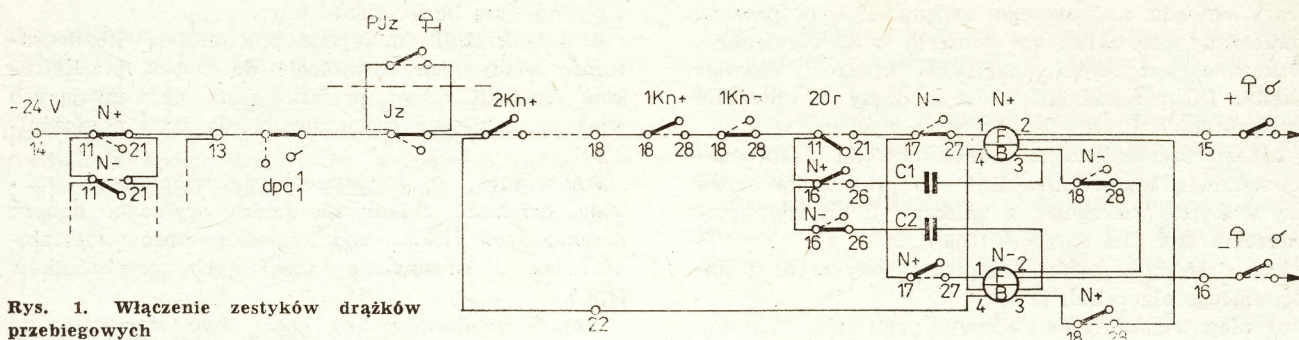
- [1] Luciński J.: *Układy z tyrystorami dwukierunkowymi*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1982.
- [2] Rajkowski Z.: *Układ sterowania i kontroli szybkobieżnym napędem zwrotnicowym z silnikiem trójfazowym dla górek rozrządowych*, Automatyka Kolejowa 1983, Nr 4.
- [3] Sabat R.: *Doświadczenia z eksploatacji urządzeń automatyki rozrządu na stacji Wrocław-Brochów*, Automatyka Kolejowa 1982, Nr 1.
- [4] Zwoliński M.: *Zmiany konstrukcyjne urządzeń SNZ-2*, Automatyka Kolejowa 1987, Nr 1.
- [5] Zgłoszenie patentowe P280433 z 1989.07.05 — *Układ sterowania i kontroli szybkobieżnego napędu zwrotnicowego z silnikiem 3-fazowym dla górek rozrządowych*.
- [6] *Układ kontroli zwarć elementów włączających prąd* — zgłoszenie patentowe P280444, 1989.07.05.

Elektryczna centralizacja zwrotnic w urządzeniach mechanicznych

przyciskami (rys. 1). Utwierdzanie, a właściwie zamknięcie zwrotnicy odbywa się przez rozwarcie zestyku drążka przebiegowego w obwodzie sterującym, natomiast kontrola położenia jest dokonywana w obwodzie zastawki elektrycznej na prąd ciągły nad blokiem przebiegowo-utwierdzającym (rys. 2). Jeśli stacja jest wyposażona w sygnalizację świetlną, to styki Kn powinny się znajdować również w obwodach przełączników sygnałowych semaforów.

Rozwiązanie to, z pozoru proste, wymaga jednak dobudowy znacznej liczby zestyków drążków przebiegowych, bardzo dokładnie wyregulowanych i często powtarzaczy przełączników Kn z uwagi na duże zapotrzebowanie na styki.

Również dla personelu obsługi jest to rozwiązanie dość niedogodne gdyż jest umożliwiające przełożenie drążka przebiegowego, pomimo że zwrotnica nie znajduje się w położeniu właściwym dla danego przebiegu. Wprawdzie przy normalnie działających urządzeniach zostanie to sprawdzone w obwodzie elektrycznej zastawki nad blokiem przebiegowo-utwierdzającym i ewentualnie w obwodzie przełączników sygnałowych, jednak gdy jazda odbywa się przy częściowo przełożonym drążku przebiegowym (ustępka w blokadzie stacyjnej) to nie ma żadnej gwaran-



cji, że droga przebiegu jest ułożona prawidłowo. Jeśli kontakty drążka przebiegowego są właściwie wyregulowane, to już przy położeniu pośrednim powinno nastąpić elektryczne zamknięcie zwrotnicy.

Częściowo eliminuje te niedogodności inne rozwiązanie, w którym przyciski zostają zastąpione kontaktami dźwigni zwrotnicowej, tak wyregulowanymi, że zwarcie następuje po przełożeniu dźwigni do wymaganego położenia i puszczeniu kłámki zapadkowej. W tym rozwiązaniu następuje mechaniczne zamknię-

cie dźwigni zwrotnicowej również i w pośrednim położeniu drążka przebiegowego, musi pozostać jednak kontakt drążka w obwodzie sterującym, aby przypadkowe zwarcie w kontakcie dźwigni nie przestawiło zwrotnicy w ułożonej drodze przebiegu. Tutaj również nie ma pewności przy przekładaniu drążka przebiegowego czy zwrotnica jest we właściwym położeniu, jednak niezgodność w położeniu dźwigni i zwrotnicy może wystąpić tylko w przypadku usterki w obwodzie nastawczym. Również i w tym rozwiązaniu musi pozostać zastawka nad blokiem przebiegowo-utwierdzającym.

Trzecim wreszcie rozwiązaniem jest zastosowanie elektromagnetycznych zamków kluczowych. Niewielka liczba tego rodzaju zamków (rys. 3) została wprowadzona z NRD (produkcja firmy WSSB) w wykonaniu specjalnym dla PKP (24 V). Schemat elektryczny zamka jest pokazany na rys. 5, a widok płyty czołowej na rys. 4.

Działanie kluczowego zamka elektromagnetycznego polega na tym, że klucz zależnościowy, włożony w otwór 1 (rys. 4) i przekreślony zostaje uwięziony w zamku. Jego wyjęcie jest możliwe dopiero po wzbudzeniu elektromagnesu zamykającego. Włożenie klucza do zamka i przekreślenie oraz jego wyjęcie powoduje przełączenie odpowiednich styków wewnętrzz zamka. Jako elektromagnes ryglujący konstruktorzy zamka wykorzystali przekaznik, którego kotwica — oprócz przełączania styków — unieruchamia klucz w położeniu przełożonym. W przypadku gdy klucz jest wyjęty, kotwica jest podparta mechanicznie i zestyki elektromagnesu są w takim samym położeniu jak przy wzbudzeniu elektromagnesu. Prócz elektromagnesu zamek ma przycisk podświetlony z dwoma przełącznikami, lampkę oraz zestyki klucza po jednym dla każdej pozycji klucza. W celu umożliwienia wyjęcia klucza przy uszkodzonych obwodach elektrycznych zamek jest wyposażony w plombowany zwalniacz klucza, którego użycie powoduje mechaniczne przyciągnięcie kotwicy. Użycie tego zwalniacza przy stosowaniu zamka jako zwrótnicowego jest dozwolone tylko dla personelu utrzymania. Wszystkie połączenia elektryczne zamka są wyprowadzone na 30 przewodowy wtyk typu stosowanego w urządzeniach teletechnicznych, co ogromnie ułatwia wymianę zamka w razie uszkodzenia.

Powiązanie zamków z modułem nastawczym ilustruje rys. 6. Każdy moduł ma dwa zamki: plusowy i minusowy. Położenie styków na rysunku odpowiada stanowi, gdy zwrotnica jest w położeniu plusowym, a obydwie klucze tkwią w zamkach. W zamku plusowym pali się lampka (3 — rys. 4) sygnalizująca położenie zwrotnicy. Przesławienie zwrotnicy następuje przez naciśnięcie przycisku w zamku minusowym.

Zastosowanie obiektywów z automatyczną regulacją przesłony w kamerach TV użytkowej na PKP

W poprzednim numerze *Automatyki Kolejowej* zapoznaliśmy Czytelników z pierwszymi próbami zastosowania na stacji rozrządowej nowoczesnej kamery TV użytkowej z półprzewodnikowym przetwornikiem obrazu CCD [1]. Jednak, ze względu na wysoki koszt kamer tego rodzaju, mimo ich niewątpliwych zalet, jeszcze przez dłuższy czas będziemy użytkować na PKP znacznie gorsze, ale 10-krotnie tańsze kamery widikonowe. Poniżej przedstawiamy opis metody polepszenia jakości obserwacji kamerą widikonową produkcji ZTSP typu TPK-89, przez zastosowanie obiektywu z automatyczną regulacją przesłony. Celowość zastosowania takiego obiektywu została stwierdzona w 1983 r. podczas prowadzonych przez COBiRTK prac nad zastosowaniem TV użytkowej do obserwacji przejazdów w poziomie szyn [2].

Badania eksploatacyjne

Badania prowadzono wspólnie z DOKP Wschodnią i Dolnośląską na ich terenach. Jako podstawę układów badanych wykorzystano sprzęt będący własnością dyrekcji. Konfiguracja i jakość tego sprzętu była jednak niewystarczająca do uzyskania pozytywnych wyników eksploatacyjnych w wybranych zastosowaniach praktycznych. Na tym tle CNTK miało okazję przebadać niektóre nowe elementy nowoczesnych systemów TV, dotychczas w kraju nie stosowane. Urządzenia dyrekcyjne uzupełniono, m.in., specjalnymi obiektywami i kamerami. Badania polegały na porównaniu użyteczności eksploatowanych systemów przed i po wprowadzeniu dodatkowych elementów i miały na celu ocenę ich przydatności, a także określenie kierunków dalszych badań, w przypadku nie w pełni zadowalających rezultatów. W miarę możliwości podano także wytyczne, które mogą być bezpośrednio wykonywane w eksploatacji przy projektowaniu i instalowaniu systemów TV użytkowej z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć techniki światowej w tej dziedzinie dostępnych już w kraju.

Obserwacja stanu technicznego wózków jezdnych wagonów

Na stacji rozrządowej Lublin-Tatary zastosowano TV użytkową do obserwacji stanu technicznego wózków jezdnych w wagonach wpychanych na górkę. Podczas rozruchu systemu powstały problemy techniczne, do rozwiązania których zaproszono CNTK.

Jeden z głównych problemów wynikał z dużych zmian oświetlenia występujących w dzień i w nocy. W zestawie urządzeń do przekazywania obrazu wózków jezdnych wagonów zastosowano typową kamerę TPK-89 produkcji ZTSP z lampą analizującą widikonem. Stosowanie tego typu kamer w otwartym terenie jest znacznie utrudnione z powodu niewystarczającego zakresu działania automatycznej regulacji czułości kamery mającego wartość 1:130 [2]. Na stacji w miejscu zainstalowania kamery, zmiany

oświetlenia następowały w zakresie od ok. 70 do 100000 lx, a więc 1:1400 i w rezultacie obraz bywał prześwietlony lub niedoświetlony. W celu zapewnienia optymalnych warunków obserwacji wystąpiła konieczność stosowania specjalnych obiektywów z wbudowaną regulacją przesłony zdalną lub automatyczną, ponieważ kamera musi być instalowana w szczelnej obudowie i nie ma do niej bezpośredniego dostępu.

W rozpatrywanym przypadku zastosowano obiektyw z automatyczną regulacją przesłony f-my ERNITEC typ CD2513. Obiektyw ma wbudowany wzmacniacz sterowany i zasilany napięciami z kamery. Wzmacniacz pracuje w obwodzie automatyki, dążąc do utrzymania stałej wartości amplitudy sygnału wizyjnego na wyjściu kamery i regulując wielkość przesłony obiektywu odpowiednio do warunków oświetlenia obiektu. Istnieje możliwość sterowania wzmacniacza wartością średnią lub szczytową sygnału wizyjnego, co w rezultacie umożliwia dostosowanie do obserwacji obrazu bardziej lub mniej kontrastowego oraz, w pewnym stopniu, zmniejszenie wpływu jasnych punktów świetlnych na czytelność obrazu. Obiektyw przystosowany do posiadanej przez DOKP kamery TPK-89. Schemat blokowy układu połączeń jest zgodny z rysunkiem 1 w [3]. Po początkowym wyregulowaniu obiektyw działał prawidłowo przez cały czas eksploatacji. Obserwacja przez całą dobę stała się możliwa w pełnym zakresie występujących zmian oświetlenia.

Powyższe stwierdzenia dotyczą powolnych zmian oświetlenia. Podczas przesuwania się wagonów przed kamerą następowały także częste i szybkie zmiany jasności obrazu widocznego na monitorze. Było to powodowane zarówno różną barwą i jasnością oraz różnym współczynnikiem odbicia światła poszczególnych wagonów, jak również istnieniem między wagonami przerw, przez które chwilami było dla kamery widoczne tło za wagonami. Tło to jest w dzień znacznie jaśniejsze, zaś w nocy ciemniejsze od średniej jasności wagonów. Automatyczna regulacja czułości kamery oraz automatyczna regulacja przesłony obiektywu działają z opóźnieniem około 0,3 sekundy, co powoduje, że z przewidywanych na obserwację 2 sekund pozostaje efektywne tylko około 1,7 sekundy. Ponadto ciągle zmiany jasności ekranu męczyły obserwatora i wpływały negatywnie na jego zdolność spostrzegania. W następnym numerze „Automatyki Kolejowej” opiszemy próbę usunięcia powyższej niedogodności za pomocą cyfrowej pamięci obrazu.

Obserwacja terenu stacji

Na stacji rozrządowej Brochów do obserwacji terenu stacji zastosowano w grudniu 1988 r. kamerę widikonową TPK-89, wyposażoną w obiektyw ERNITEC typ CD 5018 o długości ogniskowej 50 mm z automatyczną regulacją przesłony. Kamera w obudowie kroploszczelnej OH-89 była nieruchoma i obserwowała stale ten sam teren. Ostrość obrazu nie

mogła być korygowana bez zdemontowania obudowy i obiektyw został nastawiony na nieskończoność. Transmisja sygnałów wizyjnych odbywała się na odległość około 1 km, w związku z czym na trasie zastosowano jeden wzmacniacz pośredni. Schemat blokowy układu połączeń jest pokazany na rys. 3 w [3].

Obserwowany przez kamerę teren stacji jest w nocy nierównomiernie i słabo oświetlony. Tylko na ok. 10% powierzchni obserwowanego terenu natężenie oświetlenia jest większe od wartości 20 lx, która jest wartością graniczną czułości użytej kamery. Część lamp oświetlających stację jest nieczynna i w tych rejonach natężenie oświetlenia spada poniżej 1 lx.

Zastosowany obiektyw z automatyczną regulacją przesłony pracował prawidłowo przez cały czas eksploatacji umożliwiając przekazywanie obrazu pod warunkiem, że natężenie oświetlenia nie spadało poniżej dopuszczalnej wartości. W praktyce obserwacja terenu stacji mogła być prowadzona tylko w dzień. Objęcie obserwacją całego terenu mogłoby się stać możliwe po spełnieniu co najmniej jednego z wymienionych poniżej warunków:

— uruchomienie wszystkich lamp oświetleniowych na stacji,

— zastosowania czulszej lampy analizującej w kamerze, np. newviconu.

Trudności organizacyjne, zaopatrzeniowe, kadrowe i finansowe spowodowały, że dotychczas żaden z powyższych warunków nie został spełniony.

Obserwacja końca pociągu

Na stacji Milicz w grudniu 1988 r. do obserwacji końca pociągu zastosowano kamerę TPK-89 z obiektywem ERNITEC typ CD 2513 o długości ogniskowej 25 mm z automatyczną regulacją przesłony. Na uwagę zasługuje przystosowanie sposobem gospodarczym szafy przytorowej do zainstalowania kamery, zamiast obudowy kroploszczelnej. Sygnały wizyjne są

przekazywane na odległość ok. 1,5 km z wykorzystaniem jednego wzmacniacza korekcyjnego. Schemat blokowy układu połączeń odpowiada rys. 3 w [3].

Początkowo wystąpiły w eksploatacji pewne trudności z dobraniem odpowiedniego oświetlenia w nocy oraz amortyzacją drgań mechanicznych, jakie przenosiły się na kamerę i obiektyw podczas przejazdu pociągu za pośrednictwem masztu ustawionego blisko toru, wywołując relaksacje wzmacniacza automatycznej regulacji przesłony. Obecnie system TV pracuje dobrze, przekazując do dyżurnego ruchu, zarówno w dzień jak i w nocy, obraz końca pociągu wystarczającej jakości. Istnieje możliwość dalszego polepszenia jakości transmitowanego obrazu przez zastosowanie w kamerze lampy analizującej o mniejszej bezwładności świetlnej i w ten sposób zlikwidowanie zjawiska smużenia ruchomych jasnych punktów obrazu na ekranie monitora.

Można stwierdzić, że obiektywy z automatyczną regulacją przesłony f-my ERNITEC, zastosowane do kamer widikonowych produkcji krajowej pracują bardzo dobrze pod warunkiem, że w polu obrazu nie ma jasnego punktu świetlnego. Taki punkt powoduje bowiem zadziałanie znajdującego się w obiektywie układu regulującego przesłonę i pogorszenie czytelności obrazu, który staje się bardziej szary i mniej kontrastowy.

W następnym numerze „Automatyki Kolejowej” zamieścimy opis wykorzystania cyfrowej pamięci obrazu TV dla potrzeb stacji rozrządowej.

Bibliografia

- [1] Kośnik J.: Zastosowanie kamery telewizji użytkowej z przetwornikiem obrazu CCD i obiektywem ZOOM do obserwacji grupy torów na stacji rozrządowej. Automatyka Kolejowa 1/90.
- [2] COBIRTK. Zastosowanie telewizji na przejazdach. Zadanie nr 3250/20. Warszawa 1983.
- [3] Kośnik J.: Wymagania systemowe do zastosowania TV użytkowej na zautomatyzowanej stacji rozrządowej. Automatyka Kolejowa 2/1988.

mgr inż. STANISŁAW ZBYRAD

Ośrodek Techniki Optotelekomunikacyjnej
w Lublinie

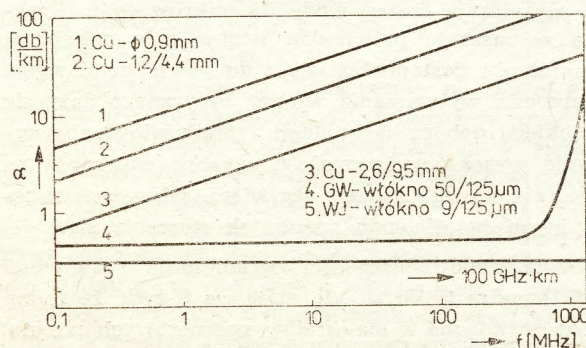
Zabezpieczenie kabli optycznych przed korozją

Wprowadzenie

Z dużymi oporami, wynikającymi przede wszystkim z określonych sytuacji ekonomicznych, wprowadza się w kraju technikę światłowodową. Kable optyczne — pierwszy zainstalowano na przełomie lat 1978/1979 — pracują już w sieciach miejskich Poznania, Łodzi, Warszawy oraz w sieciach specjalnych PKP, górnictwa, energetyki, banków i in. Przypomnijmy sobie, że tłumienie sygnałów optycznych jest mniejsze niż sygnałów elektrycznych oraz że możliwa jest transmisja sygnałów optycznych o częstotliwościach wyższych niż 2 GHz. Wykres porównawczy tłumienności torów miedzianych i włókien szklanych jest przedstawiony na rys. 1.

Dokonując transpozycji tego wykresu na pojemność (szerokość pasma) oraz długość odcinków transmisyjnych unaoczniamy oczywistą przewagę tego nowego środka transmisyjnego — tabela 1.

Wymiary i waga kabla optycznego są kilkakrotnie mniejsze od wymiarów i wagi kabla miedzianego, z czego wynikają określone implikacje w trakcie jego budowy i eksploatacji. Większość problemów i kłó-



Rys. 1. Wykres porównawczy tłumienności torów miedzianych i włókien szklanych

Tabela 1

Rodzaj toru	System transmisji		Odcinek rege-neracyjny
	typ	liczba kanałów	
Kabel symetryczny Ø 1,2 nm	TN 12 TN 60	12 60	20 km 0 km
Kabel koncentryczny 2,6/9,5	60 MHz	10.800	1,5 km
	PCM 140 Mbit/s	1920	4,5 km
Włókno gradientowe 50/125 µm	PCM 34 Mbit/s	480	50 km
	PCM 140 Mbit/s	1920	40 km
Włókno jednomodowe 9/125	PCM 140 Mbit/s	1920	70 km
	PCM 565 Mbit/s	7680	50 km

potów występujących przy kablach tradycyjnych występuje w sytuacji stosowania kabla optycznego. Należy do nich również ochrona przed korozją samego medium transmisyjnego — włókna optycznego.

Typowe konstrukcje kabli optycznych przedstawiono na rys. 5a-c.

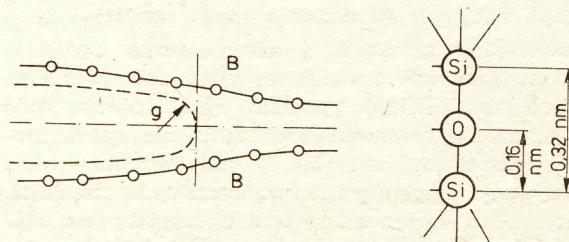
Rola osłon ochronnych

Wytrzymałość szkła kwarcowego, obliczona teoretycznie, wynosi około 30 GPa, natomiast we włóknaх wytworzonych w warunkach zbliżonych do idealnych, wytrzymałość ta nie przekracza 13 GPa, a dla włókien produkcji przemysłowej wynosi około 6 GPa. Powodem takich dużych zmian wytrzymałości wszystkich szkiele są szczeliny i pęknięcia powierzchniowe, niestety nieuniknione w procesie wytwarzania. We włóknie poddanym naprężeniom obciążającym, przewyższającym wartości naprężeń wiążących w materiale, pęknięcia szybko powiększają się — jest to zjawisko nazywane **korozją naprężeniową** [1]. Zjawisko to zwielokrotnia się i ulega przyspieszeniu w obecności wody, nawet przy małych ale długotrwałych obciążeniach. Charakterystyczne dla tego zjawiska jest to, że włókno optyczne w badaniach dynamicznych wykazuje podobne własności wytrzymałościowe niezależnie od tego, czy jest to włókno zabezpieczone odpowiednimi lakierami, czy też bez tych zabezpieczeń. Tak więc problem osłon nabiera szczególnego znaczenia i wymaga wyjaśnienia, a w szczególności odpowiedzi na pytanie: czy pokrycia polimerowe zapobiegają obniżeniu wytrzymałości lub obniżają zjawisko „zmęczenia”? oraz w jakim stopniu ograniczają dostęp wody do mikroszczelin. Praktyka w zasadzie potwierdza istotną rolę pokryć w ograniczeniu dostępności wody do powierzchni szkła. W procesie wytwarzania włókna optycznego dąży się do takiego doboru technologii i materiałów, aby zapewnić wysoką wytrzymałość, wysoką odporność na zmęczenie i niski stopień degradacji własności transmisyjnych światłowodu na skutek starzenia się.

Potwierdzone właściwości ograniczania dostępności wody łagodzą tylko zasadę mówiącą o tym, że żadna osłona wykonana z materiałów polimerowych nie zabezpiecza włókna światłowodowego przed dostępem wilgoci.

Mechanizm korozji naprężeniowej

Teoretyczna, bardzo wysoka wytrzymałość szkła wynika z wytrzymałości wiązań między składnikami, z których jest zbudowane, i ich ilości przypadającej na jednostkę miary. W praktyce jednak stwierdzamy, że wytrzymałość np. jako naprężenie termiczne jest o wiele niższe od obliczonej teoretycznie. Wyjaśnienie tego zjawiska przeprowadza się na tzw. „modelu Griffitha”, w którym założono istnienie mikroszczelin [2] — model takiej szczeliny przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Model szczeliny Griffitha — punkty B położone są na linii ograniczającej zarys szczeliny i jednocześnie wyznaczają głębokość pęknięcia

Modele opisujące zniszczenie szkła opracowano w zasadzie dla obiektów dużych, o wymiarach wielokrotnie większych od wymiarów włókna optycznego. Stąd pytanie zasadnicze: czy modele takie mogą mieć zastosowanie do obiektów małych. Obserwacje powierzchni włókna wykazały, mikroszczeliny mają długość od 0,01 do 1 µm, czyli są odpowiednio mniejsze od średnicy włókna wynoszącej zazwyczaj 100—200 µm. Z kolei odległości między poszczególnymi jonami w strukturze szkła są równe około 0,16 nm, a więc 100 do 10 000 razy mniejsze od długości szczeliny. Można więc, pomijając jeszcze inne pytania, uznać, że prawa klasycznej mechaniki pęknięcia ciał liniowo sprężystych nadają się do opisu i analizy problemów korozyjnego pęknięcia szkiele. Wobec tego przyjmujemy, że szczeliną jest obiekt o promieniu w jego wierzchołku równym zero, zaś naprężenia, a więc odkształcenia osiągają w tym wierzchołku wartość nieskończoną. Występujące w szczelinie naprężenia powodują niszczenie materiału i związaną z tym „wędrowkę” szczeliny. Prędkość ruchu szczeliny jest funkcją obciążenia materiału, temperatury i jej geometrii. W warunkach korozyjnych prędkość ruchu szczeliny jest określona wyrażeniem:

$$V_x = B \left[C \left(\frac{x}{x_{kv}} \right)^{n/2} + k \right] e^{-\frac{A}{RT}}$$

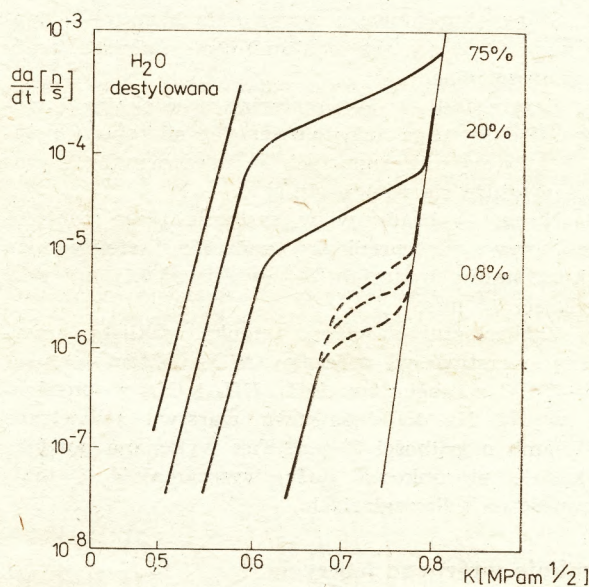
gdzie: A, B, C, n — są stałymi wyznaczonymi na drodze doświadczalnej, k jest szybkością korozji materiału przy braku zewnętrznych obciążeń, R jest stałą gazową, T jest temperaturą, x i x_{kv} są odpowiednio długością szczeliny i jej długością krytyczną przy danym obciążeniu.

Wyrażenie ma charakter uproszczony i może je odpowiednio modyfikować uwzględniając aktywację termiczną ruchu szczelin potwierdzoną w badaniach praktycznych oraz występujące w szczelinie reakcje chemiczne. Należy też uwzględnić w rozważaniach

fizyczną wielkość promienia szczeliny, co pozwoli na ustalenie skończonych wartości naprężeń.

Czas do zniszczenia wskutek istnienia i ruchu mikroszczelin jest funkcją zewnętrznego naprężenia, kształtu próbki i szczeliny oraz intensywności naprężeń, przy czym i kształt, i intensywność dla określonej geometrii włókna i rodzaju materiału są wartościami stałymi i na ogół są znane.

Bezpośrednie obserwacje wierzchołka poruszającej się szczeliny, przy stałym zewnętrznym obciążeniu, pozwalają na dokonanie pewnych uogólnień istotnych dla praktyki. Dane uzyskane w trakcie tych prób zostały zilustrowane na rys. 3.

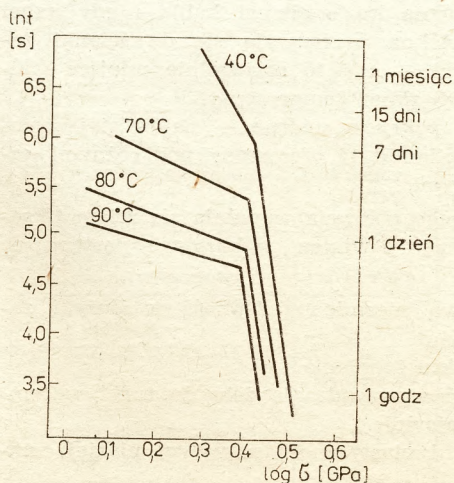


Rys. 3. Ilustracja intensywności ruchu szczeliny

Widzimy, że ruch szczeliny ma trzy wyraźne fazy:

— pierwsza to geometryczny przyrost prędkości przy stałym przyroście współczynnika intensywności naprężeń; uważa się, że w tym przedziale prędkość ruchu szczeliny jest kontrolowana przez prędkość reakcji chemicznych;

— w fazie drugiej nie zależy w sposób istotny od współczynnika intensywności naprężeń; uważa się, że prędkość szczeliny jest kontrolowana przez prędkość transportu cząstek wody do wierzchołka szczeliny;



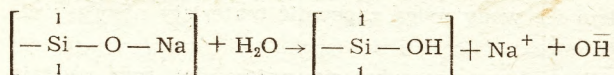
Rys. 4. Ilustracja przebiegu czasu zniszczenia włókna optycznego

— w obszarze trzecim, który jest obszarem podkrytycznym ruchu szczeliny tuż przed zerwaniem światłowodu ruch ten przebiega prawdopodobnie bez udziału procesów korozyjnych.

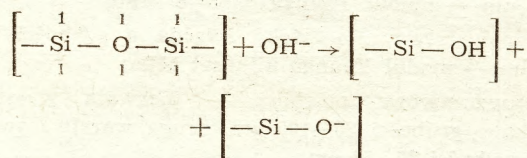
Rys. 4 przedstawia wyniki prac badawczych nad czasem zniszczenia światłowodów przytoczone w pracy [2], obrazujące odmienne cechy korozyjnego pęknięcia niż zaprezentowane uprzednio. Kwestia uzgodnienia obydwu przykładów ilustrujących prace empiryczne i teoretyczne jest związana jednak z czasem przyszyłym.

Korozja powierzchniowa

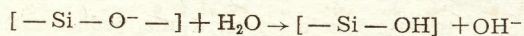
Wskazano już, że istotnymi czynnikami w procesie korozji są procesy chemiczne i transport cząstek wody do wierzchołka mikroszczeliny. Wiadomo też, że struktura szkła jest zbudowana z luźno powiązanych sieci utworzonych z grup, które mogą być wymieniane lub modyfikowane innymi składnikami. Np. wg [3] jest to łańcuch atomów krzemu powiązanych przez atomy tlenu z jonami alkalicznymi przyłączonymi w wolnych punktach w wiązania. Sieć krystaliczna krzemu jest bardzo wytrzymała, natomiast jony alkaliczne są stosunkowo słabiej połączone i one to są w pierwszej kolejności atakowane przez wodę:



Efektom tej reakcji jest wolny jon OH⁻, który atakuje silne wiązania Si—O—Si, więc



Następstwem rozerwania wiązania Si—O—Si jest uzupełnienie go atomem wodoru:



Uzyskaliśmy więc nowy jon OH⁻, który powtórzy opisaną reakcję i ostatecznie doprowadzi do zniszczenia struktury światłowodu.

W dużym przybliżeniu zostały przedstawione mechanizmy zniszczenia włókna optycznego bądź wskutek działania korozji naprężeniowej, bądź wskutek korozji powierzchniowej. Wnioski wynikające z tych rozważań są oczywiste:

— wszystkie operacje dokonywane na włóknie w procesie jego wytwarzania i użytkowania powinny być przeprowadzone w taki sposób, aby na to włókno nie działały siły naprężające, powodujące przyspieszenie powstawania i ruchu mikroszczelin;

— włókno optyczne powinno być zabezpieczone przed dostępem do niego wody lub jej rodników;

— wydane zmniejszenie wytrzymałości włókna optycznego wskutek wprowadzenia do sieci krystalicznej domieszek obniżających wytrzymałość wiązań, wymusza niejako „wzmocnienie” mechaniczne włókna przez założenie na niego odpowiednich pokryw.

Funkcje ochronne pokryć włókien optycznych

Z poprzedniego rozdziału wynika, że pokrycie nałożone na włókno optyczne powinno spełniać następujące podstawowe zadania:

- zmniejszyć lub osłabić tempo i zakres powstawania mikroszczelin we włóknie,
- zabezpieczyć powierzchnię włókna przed przedostaniem się do niej wody,
- zwiększyć wytrzymałość mechaniczną włókna.

W zasadzie powłoki ochronne światłowodów są wytwarzane z polimerów organicznych, a te niestety przepuszczają parę wodną, zatem do powierzchni światłowodu woda dociera. Funkcja ochronna powłoki polega na tym że „mostkuje” ona mikroszczeliny nie pozwalając na ich powiększanie się [4]. Stąd też istotne stają się parametry fizyko-chemiczne materiałów używanych na powłoki ochronne oraz technika nakładania tych materiałów.

Konstrukcja i materiały powłok ochronnych

Skuteczność powłoki ochronnej należy rozpatrywać pod kątem funkcji ochronnych i tak, ochronę przed mikrozgięciami uzyskuje się przez stosowanie grubszych powłok wykonanych z materiałów o dużym module Younga. Z kolei ochronę przed przedostaniem się wody mogą zapewnić materiały nieorganiczne.

W praktyce spotyka się najczęściej trzy rodzaje powłok ochronnych nazywanych pierwszym pokryciem:

- jednowarstwowa powłoka miękka o grubości 50–100 μm — moduł Younga około 5 MPa;
- jednowarstwowa powłoka twarda o grubości 8–15 μm — moduł Younga kilkaset MPa;
- dwuwarstwowa powłoka — pierwsza warstwa miękka o grubości 30–100 μm , druga warstwa twarda o grubości 20–50 μm .

Konieczność dopasowania włókna optycznego z pokryciem pierwotnym do dalszych operacji technologicznych zdecydowanie zaleca rozwiązanie dwuwarstwowe.

Istnieją też tendencje opracowania jednowarstwowej powłoki o typie pośrednim, jako powłoki kompromisowej ze względu na parametry i prędkość wyciągania włókna.

Do wytwarzania powłok ochronnych — zależnie od konstrukcji i przeznaczenia włókna optycznego — stosuje się m.in. następujące materiały [5]:

1. Oleje silikonowe — stosowane w cienkich warstwach 5 μm , zapewniają ochronę przed wodą, ale ich mała twardość nie zabezpiecza przed mikrozgięciami;
2. Lakiery akrylowe oraz octanowo- i butylowo-celulozowe umożliwiają dużą wydajność wyciągania — niestety ich właściwości mechaniczne nie są dobre;
3. Polidwumetylosilikony — materiał o dobrej wytrzymałości, dobrej twardości i niskim module Younga, co zapewnia dobrą ochronę włókna przed zniekształceniami fizycznymi. Wadą jest mała prędkość nakładania i utwardzania oraz duży współczynnik tarcia powierzchniowego, co wymusza konieczność nałożenia drugiej warstwy powłoki;
4. Żyvice akrylowe — wykazują dobre właściwości mechaniczne, dają się szybko utwardzać UV,

stąd też można uzyskać dużą wydajność w procesie wyciągania włókna. Żyvice te nadają się zarówno na pierwszą (miękką), jak i na drugą (twardą) warstwę pokrycia.

Wymienione materiały tylko w ograniczonym stopniu zabezpieczają przed korozją wodną — dyfuzja pary wodnej wprawdzie odpowiednio spowolniona, jednak przebiega. W celu wyeliminowania wpływu wody zastosowano inne materiały i metody.

1. Pokrycia metalowe — czyste aluminium + czysta cyna, grubość pokrycia 10–20 μm , zapewnia hermetyczność, jednak wykazuje większe straty na mikrozgięciach w porównaniu z pokryciami polimerowymi;
2. Stopy aluminiowe z zawartością bizmutu — lepsze wyniki niż z czystym aluminium, mniejsze straty na mikrozgięciach;
3. Czysty ind — jest materiałem miękkim i wymaga dodatkowego zabezpieczenia z silikonu i nylonu. Straty na mikrozgięciach są bardzo małe, a czas życia wydłuża się wielokrotnie;
4. Nikiel — osadzany w systemie pieca próżniowego, przy dużej prędkości osadzania i efektywnym wykorzystaniu materiału — warstwa 0,1 μm przy prędkości 0,5 m/s;
5. Zabezpieczanie włókna cienką, szklaną amorficzną warstwą w procesie CVD w temperaturze 80°–120°C z reagentów: SiH_4 , NH_3 i CO_2 rozpuszczony w N_2 . Na to dodatkowa warstwa zewnętrzna z silikonu o grubości 80 μm . Tak wykonana powłoka wykazuje stosunkowo dużą wytrzymałość i małą stratność na mikrozgięciach.

Funkcje wtórnego pokrycia

Ochronę przed oddziaływaniem sił zewnętrznych na włókna optyczne z pokryciem pierwotnym powinna zapewnić konstrukcja kabla optycznego.

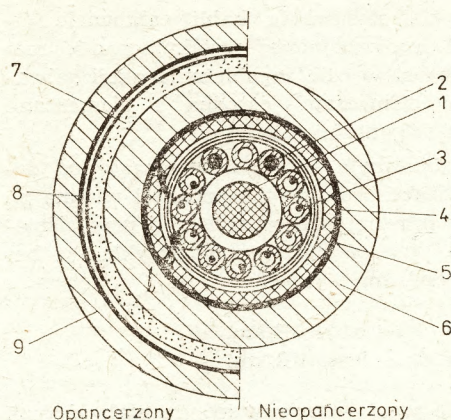
W kablach z rdzeniem rozetkowym ochrona taka jest realizowana bądź przez samą strukturę kabla, bądź przez wtórne pokrycie, natomiast w kablach o strukturze rurkowej, tylko przez wtórne pokrycie w formie rurki wypełnionej materiałem taksotropowym nie przepuszczającym wody (rys. 6).

Wtórne pokrycie — rurka — zabezpiecza włókno przed oddziaływaniem sił poprzecznych i wzdłużnych przez to, że włókno ułożone jest w niej luźno i wydłużanie się lub kurczenie kabla nie może powodować naprężeń we włóknie. Wydłużenie kabla powoduje ruch włókna ku środkowi kabla i gdy kabel kurczy się, włókna przesuwają się do ścianki zewnętrznej rurki — ma to szczególnie miejsce podczas cyklicznych zmian temperatury.

Materiał na pokrycia wtórne — najczęściej stosowany — to poliamid 12 oferowany pod różnymi nazwami firmowymi.

Rurki wtórnego pokrycia wypełnia się żelem taksotropowym, który powinien wykazywać następujące właściwości:

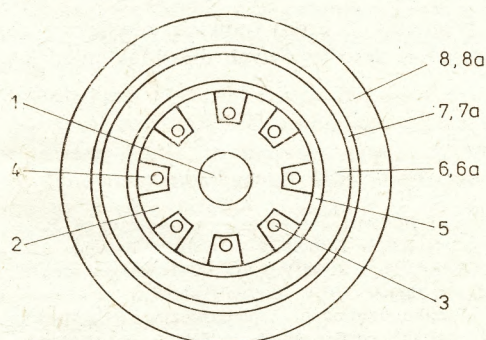
- stosunkową niezmienną lepkość w dużym zakresie temperatur,
- brak punktu topnienia,
- możliwość wprowadzania żelu do rurki w temperaturze pokojowej,
- miękkość i elastyczność nawet w niskiej temperaturze,



Rys. 5a. Przekrój kabla optycznego o konstrukcji uniwersalnej

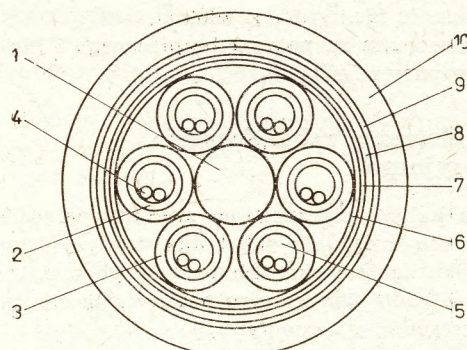
konstrukcja: 1 — centralny człon wytrzymałościowy (two-
rzywo sztuczne wzmocnione włókno szklane) ϕ 4,5 mm,
2 — izolowany przewód miedziany (polietylen) ϕ 0,9 mm,
3 — włókno optyczne w luźnej rurce ϕ 1,0/1,5 mm, 4 — ob-
wój rdzenia i żel wypełniający, 5 — warstwa elementów
wytrzymałościowych, 6 — powłoka APL, nominalna grubość
polietylenu 2,0 mm, 7 — odzież, 8 — pancerz: dwie war-
stwy taśmy stalowej 0,1 mm, 9 — zewnętrzna powłoka polie-
tylenowa, grubość nominalna 1,4 mm;

właściwości mechaniczne: 1 — średnica pod powłoką (opanc.
9,5 mm, nie opanc. 9,5 mm), 2 — średnica zewnętrzna (opanc.
19 mm, nie opanc. 14,5 mm), 3 — ciężar kabla, w przybliże-
niu (opanc. 350 kg/km, nie opanc. 180 kg/km)



Rys. 5b. Przekrój kabla optycznego konstrukcji OTO (odmiana 4)

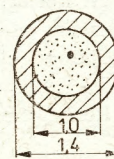
Lp.	Element kabla	Materiał	Wymiary [mm]	Średnica zewnętrzna [mm]
1	Człon wytrzymałościowy	druk stalowy lub skrętka stalowa	ϕ 1,4 7 $\times$ 0,5	ϕ 1,5 ϕ 1,4
2	Rdzeń rozotowy (8 szczelin)	polopropylen	kształt zależny od sprzed.	ϕ 6,0
3	Włókno w pokryciu	8 włókien	ϕ 0,25	
4	Wypełniacz hydrofobowy	wazelina		
5	Otaśmowienie rdzenia	2 taśmy PETP	0,024 $\times$ 35	ϕ 6,2
6	Powłoka wewnętrzna	polietylen	$\neq$ 0,6	ϕ 7,4
7	Bariera przeciwwilgociowa	taśma PE/A1	0,08 $\times$ 29	ϕ 7,6
6	Powłoka zewnętrzna z paskiem	polietylen	$\neq$ 2,0	ϕ 11,6
6a	Izolacja termiczna	taśma papierowa	0,06 $\times$ 25	ϕ 6,3
7a	Bariera przeciwwilgociowa	PE/A1	0,08 $\times$ 26	ϕ 6,5
8a	Powłoka zewnętrzna z paskiem	polietylen	$\neq$ 2,0	ϕ 10,5



Rys. 5c. Przekrój kabla optycznego konstrukcji OTO (odmiana 3)

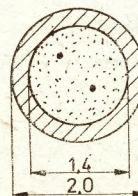
Lp.	Element kabla	Materiał	Wymiary [mm]	Średnica zewnętrzna [mm]
1	Człon wytrzymałościowy	pręt. epoks. wzm. wł. szkl.	ϕ 3,0	
2	Pierwsza warstwa luźnej rurki	crylamid DR55	$\neq$ 0,25	ϕ 2,5
3	Druga warstwa luźnej rurki	veslodur 3000	$\neq$ 0,25	ϕ 3,0
4	Włókno optyczne w pierwszym pokryciu	12 włókien	ϕ 0,25	
5	Wypełniacz hydrofobowy	wazelina		
	Rdzeń kabla — skręt SZ			ϕ 9,0
6	Przewiązka rdzenia	taśma poli-propylenowa	0,05 $\times$ 3	ϕ 9,0
7	Otaśmowienie rdzenia	2 taśmy PETP	0,024 $\times$ 55	ϕ 9,2
8	Izolacja termiczna	taśma papierowa	0,06 $\times$ 34	ϕ 9,3
9	Bariera przeciwwilgociowa	taśma PE/A1	0,08 $\times$ 36 $\neq$ 2,60	ϕ 9,5
10	Powłoka zewnętrzna z paskiem	polietylen	$\neq$ 2,0	ϕ 13,5

włókno w wypełnionej luźnej rurce



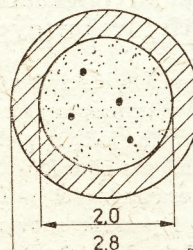
rurka z tworzywa sztucznego. Materiał wypełniający. Jedno włókno gradientowe lub jednomodowe

wiązka włókien o wypełnionej rurce 1,4/2,0 mm



rurka z tworzywa sztucznego. Materiał wypełniający 3 włókna gradientowe lub 2 włókna jednomodowe

wiązka włókien w wypełnionej rurce 2,0/2,8 mm



rurka z tworzywa sztucznego. Materiał wypełniający. Liczba włókien: gradientowe — 2 do 10 jednomodowe — 2 do 5

Rys. 6. Konstrukcja rurek wtórnego pokrycia

- nieutrudnianie identyfikacji włókna,
- łatwość usuwania za pomocą bezpiecznego i nie-toksycznego rozpuszczalnika.

Tradycyjne elementy zabezpieczenia przeciwkorozyjnego

Konstrukcja kabla optycznego w swoim wyglądzie zewnętrznym nie różni się od kabla tradycyjnego (rys. 5). Powłoka kabla wykonana jest z tych samych materiałów, podobnie jak zaporę przeciwwilgociową. Stosuje się następujące elementy:

bariera Glovera — jeśli użytkownik wyrazi takie życzenie w kabel może być wprowadzona zaporę wzdluzna w formie taśmy Al — kopolimerowej zgrzewanej.

powłoka — powłoki są wytłaczane z polietylenu o małej gęstości.

wazelina lub związki polizobutylenowe — dodatkowo w luźne miejsca ośrodka kabla — np. między rurki wprowadza się wazelinę lub inny związek zalewający, który również spełnia rolę zapory przeciwwilgociowej. Mają tu zastosowanie materiały typowe dla kabli miedzianych.

Istotnym czynnikiem dla wszystkich grup materiałowych powinna być ich zgodność chemiczna. Żaden z użytych materiałów nie może powodować pogorszenia właściwości innego tworzywa lub powodować uszkodzenia i zmniejszenia wytrzymałości.

Wszystkie materiały stosowane do wytworzenia kabla optycznego powinny być badane na zdolność wydzielania wodoru. Jego obecność jest nadzwyczaj szkodliwa, co starano się wykazać w tym artykule. Wodór szybko dyfunduje przez wszystkie znane materiały i tak długo będzie przenikał do wnętrza włókna, aż nastąpi moment ustalenia równowagi z ciśnieniem cząstkowym w otoczeniu. Dlatego ważne jest, aby nie doprowadzić dodatkowych ilości wodoru do wnętrza kabla. A może on tam pojawić się w wyniku: dyfuzji ze stosowanych materiałów, korozji metalu w obecności wody, zjawisk elektrolitycznych.

Dobór właściwych materiałów eliminuje pierwszy czynnik, natomiast właściwa konstrukcja kabla powinna usuwać zagrożenia korozyjne i elektrolityczne.

Stąd uzasadnienie stosowania kabli całkowicie dielektrycznych lub co najmniej wyeliminowanie metali z ośrodka kabla w celu zapobieżenia akcji galwanicznej między elementami ośrodka z elementami ewentualnego uzbrojenia metalowego.

Niektóre administracje łączności wymagają od dostawców specyfikacji wzrostu tłumienności włókna po 40 latach pracy przy temperaturze 10°C i przy ciśnieniu wodoru 0,01 atm. Wzrost ten na przykład w kablach firmy Ericson ma wynosić:

przy $\lambda = 1300 \text{ nm}$ Δ — 0,004 dB/km,
przy $\lambda = 1550 \text{ nm}$ Δ — 0,02 dB/km.

Na marginesie warto przypomnieć, że stała dyfuzji do szkła wynosi $1,5 \times 10^{-11} \text{ cm}^2/\text{s}$ przy 20°C.

Zakończenie

W niniejszym artykule zwrócono uwagę na pewne odmiany korozji, a mianowicie na zjawiska korozji naprężeniowej i korozji występującej we włóknach optycznych. Ochrona przed korozją sprowadza się tu do zabezpieczenia włókna przed oddziaływaniem sił zewnętrznych celem ograniczenia prędkości powstawania mikroszczelin i czasu zniszczenia włókna oraz zabezpieczenia lub choćby ograniczenia dopływu wody (wodoru) do włókna.

Pominięto problemy ochrony powłok zewnętrznych (opony i uzbrojenia) jako typowych dla kabli miedzianych.

Bibliografia

- [1] Smoliński A.: *Światłowodowy i ich zastosowania* — PAN 1980.
- [2] Praca zbiorowa: *Badania własności mechanicznych światłowodów*. Politechnika Lubelska — Lublin, listopad 1988.
- [3] Midwinter John E.: *Światłowodowy Telekomunikacyjne* WNT Warszawa 1983.
- [4] Rayss J.: *Fizykochemiczne, mechaniczne i optyczne właściwości powłok ochronnych włókien światłowodowych*. III Krajowa Szkoła Optoelektroniki — Kazimierz Dolny — 1989.
- [5] Podkościelny W., Podkościelny W.: *III Krajowa Szkoła Optoelektroniki*, Tom IV — Kazimierz Dolny — 1989.
- [6] Larsson; K. Nygard-Shalman: *Slotted Core Optical Fibre Cable*; Ericsson Review Nr 3 — 1988.

mgr. inż. **TADEUSZ PUCHALSKI**
Centrum Naukowo-Techniczne
Kolejnictwa

Przyczyny uszkodzeń osłon ochronnych kabli i propozycje dotyczące poprawy w tym zakresie

Znaczenie osłon przeciwkorozyjnych i uszczelniających kabli telekomunikacyjnych, elektroenergetycznych i trakcyjnych

Szczelność zewnętrznych przeciwkorozyjnych osłon lub powłok z tworzyw termoplastycznych, zarówno kabli telekomunikacyjnych jak i elektroenergetycznych oraz trakcyjnych, ma bardzo duże znaczenie z punktu widzenia niezawodności pracy tych kabli. Brak szczelności osłon i powłok spowodowany usterkami produkcyjnymi lub uszkodzeniami powstałymi podczas transportu i układania kabli jak też w cza-

sie ich eksploatacji prowadzi do przenikania wilgoci pod osłonę lub powłokę.

W zależności od budowy kabla wilgoć ta powoduje korozję elektrochemiczną metalowych elementów konstrukcyjnych kabli, takich jak: metalowe opancerzenie i powłoka w kablach telekomunikacyjnych dalekosiężnych i miejscowych oraz elektroenergetycznych, bariera przeciwwilgociowa z folii aluminiowej w kablach telekomunikacyjnych typu miejscowego o powłokach z tworzyw termoplastycznych lub żyła powrotna w kablach elektroenergetycznych SN w izolacji i powłoce (osłonie) termoplastycznej.

Penetrująca do wnętrza kabla wilgoć ułatwia ponadto przenikanie prądów błądzących do metalowych elementów konstrukcyjnych kabla, co zwykle może powodować intensywne ich niszczenie przez korozję elektrolityczną.

Jak uczy doświadczenie, korozja elektrolityczna metalowej powłoki kabla telekomunikacyjnego występująca w postaci głębokich wżerów prowadzi do powstawania dziur w tej powłoce, które umożliwiają przenikanie wilgoci poprzez nieszczelną powłokę do ośrodka kabla. Wilgoć ta powoduje w konsekwencji obniżanie się izolacji żył kabla względem uziemionej powłoki oraz względem siebie, jak też pogorszenie się symetrii par kablowych w stosunku do ziemi oraz do innych par kablowych objawiające się wzrostem zakłóceń w tych parach, zwłaszcza zakłóceń pochodzenia zewnętrznego.

Do podobnych skutków prowadzi utrata szczelności powłoki z tworzywa termoplastycznego oraz bariery przeciwwilgociowej w kablach telekomunikacyjnych typu miejscowego o izolacji i powłoce z mas termoplastycznych.

W kablach o izolacji papierowo-powietrznej nieszczelność powłoki kabla prowadzi w krótkim czasie do zwarć między żyłami oraz do zwarć żył z metalową powłoką a w konsekwencji uniemożliwia transmisję. W przypadku kabli o izolacji żył z tworzyw termoplastycznych pogorszenie rezystancji izolacji i parametrów transmisyjnych następuje znacznie wolniej.

Korozyjne niszczenie opancerzenia kabla z taśm lub drutów stalowych zmniejsza wytrzymałość mechaniczną kabla, a ponadto pogarsza własności redukcyjne (ekranujące) powłoki i opancerzenia kabla. Ma to bardzo istotne znaczenie w przypadku kabli telekomunikacyjnych, ponieważ maleje w znacznym stopniu odporność tych kabli na zakłócające i niebezpieczne oddziaływanie linii elektroenergetycznych oraz trakcji elektrycznej.

W przypadku kabli światłowodowych wilgoć przedostająca się do wnętrza kabla może spowodować korozję naprężeniową i powierzchniową szklanych włókien światłowodowych lub mechaniczne uszkodzenie tych włókien w przypadku zamarzania wilgoci wewnątrz kabla.

Korozja powłoki metalowej kabli elektroenergetycznych stanowi zwykle przyczynę zwarć doziemnych i międzyżyłowych w tego typu kablach.

Zjawisko korozji elektrochemicznej żyły powrotnej w kablach elektroenergetycznych SN o izolacji o powłoce z tworzyw termoplastycznych prowadzi zwykle do stopniowego zmniejszania się przekroju tej żyły aż do powstania przerwy. Przepalenie żyły powrotnej w miejscach o zmniejszonym przekroju w czasie zwarć doziemnych w kablu może utrudnić lub uniemożliwić szybkie wyłączenie tych zwarć, co może być przyczyną powstawania pożarów urządzeń oraz poważnych zagrożeń porażeniowych personelu. Sytuacje takie miały miejsce m.in. w przypadku kabli elektrotrakcyjnych.

Przenikająca wilgoć do kabli elektroenergetycznych wskutek nieszczelności powłok lub osłon powoduje ponadto procesy degradacji izolacji roboczej żył kabli silnoprądowych, co prowadzi w konsekwencji do znacznego wzrostu ich awaryjności i znacznego skrócenia czasu ich eksploatacji.

Wymagania dotyczące wytrzymałości elektrycznej i rezystancji izolacji osłon wg norm krajowych

Osłony kabli produkowanych w kraju powinny spełniać wymagania normy PN-75/E-90163, obecnie nowelizowanej.

Podstawowymi parametrami osłon przeciwkorozyjnych i uszczelniających, świadczącymi o ich szczelności, które powinny być sprawdzone w czasie produkcji kabli w ramach programu badań pełnych i niepełnych, w czasie budowy linii kablowych oraz podczas ich eksploatacji, są: wytrzymałość elektryczna izolacji osłony oraz rezystancja izolacji osłony.

Wg pkt. 2.4.7 projektu normy PN-/E-90163 [1], odporność na napięcie probiercze osłon wytłaczanych powinna być taka, aby osłona wytrzymała w ciągu 2 minut bez przebicia napięcie probiercze prądu stałego o wartości równej $(2,5 e + 5)$ kV lub prądu przemiennego o częstotliwości 50 Hz, o wartości skutecznej równej $(e + 2)$ kV, gdzie e oznacza grubość znamionową osłony w mm.

W przypadku badań niepełnych osłon na powłoce metalowej bez pancerza lub osłon na pancerzu badanie można wykonać na aparacie do badania na sucho napięciem probierczym przemiennym o częstotliwości 50 Hz i o wartości skutecznej równej $6e$ kV, gdzie e oznacza grubość znamionową osłony w mm.

W przypadku badań niepełnych poprzedzających odbiór, badania na aparacie do badania na sucho można wykonać tylko za zgodą odbiorcy.

Zgodnie z poz. 19 tablicy 9 zamieszczonej w pkt. 3.5 ww. projektu normy, sprawdzenie odporności na napięcie probiercze osłon wytłaczanych powinno być przeprowadzone na mokro na całych odcinkach fabrykacyjnych, zgodnie z arkuszem 72 normy PN-73/E-04160/2/.

Wg pkt. 2.2.4 tej normy, w przypadku badania osłon ochronnych przeciwkorozyjnych na powłokach metalowych i pancerzach, napięcie probiercze należy przykładać między powłoką lub pancerzem a zbiornikiem z wodą, w którym przewód jest zanurzony, natomiast w przypadku osłon ochronnych przeciwkorozyjnych na powłokach metalowych pod pancerzem — między powłoką a pancerzem.

Sprawdzanie odporności na napięcie probiercze osłon wytłaczanych na sucho w ramach programu badań niepełnych jest niewłaściwe, ponieważ ten rodzaj badania nie pozwoli na wykrycie usterek osłony, które można wykryć tylko przy badaniach na mokro.

Zarówno w programie badań pełnych jak i niepełnych badania odporności osłony wytłaczanej na napięcie probiercze powinny być wykonywane na mokro.

Wydaje się, że niezależnie od badań na mokro — ujętych w programie badań niepełnych, wykonywanych tylko na niektórych wybranych losowo odcinkach fabrykacyjnych — badaniu na sucho powinien być poddany w zasadzie każdy odcinek fabrykacyjny. Zatem wymagania ujęte w pkt. 2.4.7 projektu normy są ujęte nieprecyzyjnie i powinny być odpowiednio skorygowane.

Wg pkt. 2.4.8 projektu normy PN-/E-90163/1/, rezystancja izolacji osłon wytłaczanych w temperaturze 20°C powinna wynosić co najmniej:

$$R_{iz} = k_i \cdot \lg \frac{d_1}{d_2}$$

gdzie:

- R_{iz} — rezystancja izolacji osłony w $M\Omega km$,
 d_1 — średnica kabla na osłonie, w mm,
 d_2 — średnica kabla pod osłoną, w mm,
 k_i — 3,6 $M\Omega km$ — w przypadku osłony polwinitowej,
 k_i — 360 $M\Omega km$ — w przypadku osłony polietylenowej.

Nie podano natomiast wymaganej wartości rezystancji osłon izolacji wykonanych z taśm polwinitowych, która wg pkt. 2.3.7 dotychczas obowiązującej normy PN-75/E-90163 wynosiła co najmniej 0,5 $M\Omega km$, co nie wydaje się właściwe. Brak tego wymagania odbija się zdecydowanie negatywnie na jakości tego rodzaju osłon.

Zgodnie z poz. 20 tablicy 9 zamieszczonej w pkt. 3.5 ww. projektu normy, sprawdzenie rezystancji izolacji osłon wytłaczanych i taśmowych powinno być przeprowadzone na mokro, zgodnie z arkuszem 73 normy PN-83/E-04160/3/, zarówno w ramach programu badań pełnych jak i niepełnych.

Zgodnie z pkt. 5 tej normy, rezystancję izolacji osłon należy mierzyć prądem stałym o napięciu 100 + 500 V w następujący sposób:

— w przypadku osłon przeciwkorozyjnych na powłokach metalowych i pancerzach, między powłoką lub pancerzem a zbiornikiem z wodą, w którym przewód jest zanurzony,

— w przypadku osłon przeciwkorozyjnych na powłokach metalowych pod pancerzem, między powłoką a pancerzem.

Badanie takie ma być przeprowadzone na odcinkach kabla o długości co najmniej 10 m.

Wydaje się, że badanie to powinno być wykonane na całych odcinkach fabrykacyjnych przed badaniem na odporność na napięcie probiercze, a nie na specjalnie odciętych odcinkach o długości 10 m.

Jeżeli chodzi o wymagania dotyczące wytrzymałości izolacji i rezystancji osłon w czasie budowy telekomunikacyjnych linii kablowych, to w poprzednio obowiązujących normach BN-78/8984-18/5/ oraz BN-76/8984-17/6/ nie było żadnych wymagań, co miało zdecydowanie negatywny wpływ na jakość osłon montowanych kabli, jak też na jakość montażu złączy kablowych z punktu widzenia izolowania metalowej powłoki i opancerzenia kabla od ziemi.

Obydwie ww. normy zostały znówelizowane i weszły w życie od 1 stycznia 1990 r.

Wg pkt. 10.5.2 normy BN-89/8984-18/5/ dotyczącej telekomunikacyjnych linii kablowych dalekosiężnych, rezystancja izolacji osłon ochronnych w odcinkach wzmacniających powinna spełniać następujące wymagania:

a) na ułożonych odcinkach instalacyjnych przed wykonaniem złączy, między powłoką a pancerzem oraz między pancerzem a ziemią co najmniej 1 $M\Omega km$ w przypadku osłon polietylenowych i 0,5 $M\Omega km$ w przypadku osłon polwinitowych,

b) przy wyprowadzeniu izolowanymi przewodami powłoki i pancerza na słupki pomiarowe na zmontowanych odcinkach wzmacniających między powłoką a pancerzem oraz między pancerzem a ziemią co najmniej 0,5 $M\Omega km$ — w przypadku osłon polietylenowych i 0,1 $M\Omega km$ w przypadku osłon polwinitowych.

Pomiary należy przeprowadzić przy temperaturze powietrza nie mniejszej niż 10°C i wilgotności względnej nie przekraczającej 80%.

W wyjątkowych wypadkach braku badań fabrycznych w zakresie rezystancji izolacji osłon ochronnych dla odcinków instalacyjnych można odstąpić od tych wymagań dla wybudowanych odcinków kabli.

Z kolei wg wymagań pkt. 9.7 normy BN-89/8984-17 [6] dotyczącej telekomunikacyjnych sieci kablowych miejscowych, rezystancja izolacji każdej z osłon metalowych powłok i pancerzy linii kablowych względem ziemi powinna wynosić co najmniej 0,25 $M\Omega km$.

Wyżej wymienione normy na budowę telekomunikacyjnych linii kablowych nie zawierają wymagań odnośnie do wytrzymałości elektrycznej osłon kabli po ich montażu.

Z przytoczonych wymagań ujętych w ww. normach na budowę linii kablowych wynika, że istnieje rozbieżność między wymaganiami ujętymi w obydwu tych normach, przy czym wymagania dotyczące osłon kabli dalekosiężnych są zaniżone w stosunku do kabli miejscowych. Ponadto niedopuszczalna jest, przewidziana w normie, możliwość zaniechania wymagań dotyczących rezystancji izolacji osłony w kablu dalekosiężnym w wyjątkowych przypadkach, gdy nie ma badań fabrycznych.

Tendencje zaniżania wymagań w ww. normach dotyczących rezystancji izolacji osłon po montażu kabli wynikają z trudności materiałowych oraz z niedostawiania stosowanego osprzętu kablowego do kabli wyposażonych w osłony przeciwkorozyjne wytłaczane.

Należałoby ujednolicić wymagania dotyczące rezystancji izolacji osłon dla kabli dalekosiężnych i miejscowych, która nie powinna być mniejsza niż:

a) 2 $M\Omega km$ — w przypadku osłony polietylenowej, 1 $M\Omega km$ — w przypadku osłony polwinitowej, na ułożonych w ziemi odcinkach instalacyjnych przed wykonaniem złączy kablowych oraz

b) 1 $M\Omega km$ — w przypadku osłony polietylenowej, 0,5 $M\Omega km$ — w przypadku osłony polwinitowej, na odcinku wzmacniającym po wykonaniu złączy i za instalowaniem słupków kontrolno-pomiarowych.

Proponowane wartości rezystancji osłony kabla są znacznie niższe niż wymagane za granicą (5 $M\Omega km$ — ZSRR, 30 $M\Omega km$ — Francja — dla osłon polietylenowych).

Jeżeli chodzi o wymagania dotyczące osłon w czasie budowy kablowych linii elektroenergetycznych, to w dotychczas obowiązującej normie PN-76/E-05125/7/ nie było żadnych wymagań w tym zakresie.

W projekcie nowelizacji normy PN-/E-05125/7/ w pkt. 7.1 poświęconemu rodzajowi wymaganych badań po wybudowaniu linii kablowej przewidziano w podpunkcie e) sprawdzanie szczelności zewnętrznej powłoki kabla, przy czym podano, że sprawdzenie to należy wykonać wg postanowień normy BN-85/3081-01/01-02 [8], która zawiera wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych. Zgodnie z pkt. 2.12.6 BN-85/3081-01/02 [8], izolacja powłoki polwinitowej i polietylenowej względem ziemi powinna wytrzymać stałe napięcie 5 kV w ciągu 2 min — w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym od 1 kV. Postanowienia tej normy odnoszą się m.in. do kabli elektroenergetycznych średnich napięć, w których wg terminologii stosowanej odnośnie do kabli

elektroenergetycznych, zewnętrzna osłona nałożona na żyłę powrotnej kabli jest często nazywana powłoką kabla.

W ww. normach nie ma natomiast żadnych wymagań dotyczących osłon przeciwkorozyjnych wytłaczanych na metalowe powłoki i pancerze kabli elektroenergetycznych.

Nie wiadomo też, czy to wymaganie dotyczące wytrzymałości izolacji powłoki kabla odnosi się do samego kabla, czy też obejmuje izolację złączy kablowych po montażu kabla.

W przypadku kabli elektroenergetycznych, przy budowie linii kablowych nie wykonuje się pomiaru rezystancji izolacji powłoki lub osłony względem ziemi, ponieważ powłoki i osłony z tworzywa sztucznego charakteryzującego się wysoką wytrzymałością izolacji, zwykle mają wysoką rezystancję izolacji i w związku z tym wykonywanie pomiaru rezystancji izolacji powłok lub osłon nie jest uważane za konieczne.

Jeżeli chodzi o krajowe resortowe instrukcje dotyczące utrzymania linii kablowych telekomunikacyjnych, to nie przewidują one systematycznego okresowego sprawdzania ani wytrzymałości izolacji, ani też rezystancji izolacji osłon przeciwkorozyjnych, chociaż wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji byłoby pożądane.

Pomiary te pozwoliłyby wykryć powstałe uszkodzenie osłon przeciwkorozyjnych, zlokalizować te uszkodzenia za pomocą np. lokalizatora produkcji Instytutu Łączności. Zlokalizowane uszkodzenia osłon przeciwkorozyjnych mogłyby być szybko naprawiane przy zastosowaniu rur termokurczliwych ze szwem.

Pożądane byłoby uruchomienie produkcji takich rur w kraju.

Dla ułatwienia wykonywania pomiarów rezystancji izolacji i następnie lokalizacji uszkodzeń długich telekomunikacyjnych linii kablowych należałoby podzielić je za pomocą złączy izolujących na krótsze odcinki, o długości od kilku do kilkunastu km.

Wyniki pomiarów rezystancji izolacji osłon przeciwkorozyjnych można by również wykorzystać jako kryterium oceny potrzeby stosowania ochrony katodowej jako ochrony uzupełniającej po obniżeniu się wartości rezystancji izolacji poniżej wartości przyjętej za krytyczną. Takie kryterium powinno się ustalić w oparciu o przeprowadzone badania.

Czy stosować ochronę katodową jako środek ochrony uzupełniającej na eksploatowanych liniach kablowych, których stan osłon przeciwkorozyjnych uległ pogorszeniu w toku eksploatacji linii, czy też stosować stałą okresową kontrolę rezystancji izolacji osłon i dokonywać w razie potrzeby napraw uszkodzonych osłon, można rozstrzygnąć w oparciu o przeprowadzoną analizę techniczno-ekonomiczną dla konkretnych przypadków linii kablowych.

W związku z możliwością stosowania ochrony katodowej na liniach kablowych, wyposażonych w wytłaczane osłony przeciwkorozyjne, istnieje również potrzeba opracowania elektrochemicznych kryteriów oceny zagrożenia tego typu kabli przez korozję elektrochemiczną oraz kryteriów stosowania ochrony katodowej tych kabli.

Przykładowe wyniki badań terenowych rezystancji izolacji telekomunikacyjnych kabli dalekosiężnych typu ALTKDXpxFtx

Kable typu ALTKDXpxFtx są wyposażone w wytłaczaną osłonę polietylenową na aluminiowej powłocie oraz na opancerzeniu. Tego typu kable zaczęto stosować na PKP na początku lat osiemdziesiątych.

Wyniki przeprowadzonych w 1981 r. przez COB i RTK (obecnie CNTK) terenowych pomiarów rezystancji izolacji osłon przeciwkorozyjnych kabli typu ALTKDXpxFtx na linii kolejowej Pilawa — Stoczek Łukowski w czasie układania kabla są podane w tabeli 1 [10, 14].

Pomiary wykonano na 17 pojedynczych odcinkach fabrykacyjnych oraz na 11 zmontowanych odcinkach kabla składających się z dwóch odcinków fabrykacyjnych. Odcinki te przebywały w ziemi od 2 do 5 miesięcy.

Z 17 zbadanych odcinków fabrykacyjnych żaden nie spełniał wymagań dotyczących jednoczesnego zachowania wysokich wartości rezystancji izolacji powłoka-ziemia, powłoka-pancerz oraz pancierz-ziemia.

Jeżeli przyjąć, jako wymaganą jednostkową wartość rezystancji izolacji osłon, wartość nie mniejszą niż 1 MΩkm, to aż 82 ÷ 94% odcinków nie spełnia tego wymagania dnośnie do rezystancji izolacji pancierz-ziemia.

Z danych przytoczonych w tabeli 1 wynika, że osłona zewnętrzna na panczerze jest znacznie gorsza

Tabela 1

Lp.	Zakresy wartości rezystancji izolacji osłon [MΩkm]	Procentowy udział pojedynczych odcinków fabrykacyjnych kabla ALTKDXpxFtx 37 × 4 × 1,2, w których pomierzone wartości rezystancji izolacji osłony nie przekraczają wartości podanych w rubryce 2			Procentowy udział podwójnych już zmontowanych odcinków fabrykacyjnych kabla ALTKDXpxFtx 37 × 4 × 1,2, w których pomierzone wartości rezystancji izolacji osłony nie przekraczają wartości podanych w rubryce 2		
		Fe-Z	Al-Fe	Al-Z	Fe-Z	Al-Fe	Al-Z
1	≤ 0,0001	18%	12%	6%	9%	100%	0%
2	≤ 0,001	18%	12%	6%	18%		9%
3	≤ 0,01	47%	18%	12%	55%		55%
4	≤ 0,1	70%	24%	18%	82%		82%
5	≤ 1	94%	35%	29%	22%		82%
6	≤ 10	94%	53%	53%	91%		91%
Zakresy pomierzonych wartości rezystancji izolacji [MΩkm]		0 — 800	0 + 3000	0 + 3000	0,0007 + 8,5	0	0 + 3000
Oznaczenia: Fe — pancierz kabla; Al — powłoka aluminiowa; Z — ziemia							

pod względem szczelności niż osłona wewnętrzna na powłoce.

Oslona wewnętrzna w mniejszym stopniu jest narażana na uszkodzenia, a ponadto można przypuszczać, że pozytywną rolę spełnia w tym przypadku lepissze bitumiczne na powłoce aluminiowej, którego z reguły nie ma na pancerzu kabli.

Pomierzone przez COBiRTK wartości rezystancji izolacji zewnętrznej osłony przeciwkorozyjnej na pancerzu na zmontowanej linii kablowej Tarczyn — Mszczonów i Pilawa — Góra Kalwaria wynosiły od 5 do 40Ω. Główną przyczynę bardzo niskich wartości rezystancji izolacji osłony względem ziemi stanowi wysoce niezadowalający montaż kabli AlTKDXpxFtx z punktu widzenia zachowania wystarczająco wysokiej rezystancji izolacji osłony ołowianej w złączach kablowych oraz w wewnętrznych skrzyniach pupinizacyjnych względem ziemi.

Z badań przeprowadzonych przez Instytut Łączności wynika, że około 40% odcinków fabrykacyjnych ułożonych w ziemi ma nieszczelne osłony ochronne izolujące powłokę i około 60% ma nieszczelną osłonę na pancerzu.

Pomierzone przez Instytut Łączności w 1981 r. wartości rezystancji izolacji osłon na powłoce i na opancerzeniu nie zmontowanych odcinków fabrykacyjnych, w stosunku do ziemi, są zestawione w tabeli 2 [12, 13].

Tabela 2

Lp.	Zakresy wartości rezystancji izolacji osłon [MΩ km]	Procentowy udział pojedynczych odcinków fabrykacyjnych kabla typu AlTKDX pxFtx odpowiadający zakresom wartości rezystancji izolacji podanym w rubryce 2	
		Oslona na powloce — ziemia	Oslona na pancerzu — ziemia
1	≤ 0,0001	2%	15%
2	≤ 0,001	2%	31%
3	≤ 0,01	3%	26%
4	≤ 0,1	16%	14%
5	≤ 1	10%	4%
6	≤ 10	47%	10%

Procent odcinków kabla mających szczelne osłony ochronne na powłokach na zbadanych przez IL pięciu różnych trasach kablowych wynosił od 26% do 86%, natomiast procentowy udział odcinków kabla mających szczelne osłony ochronne na pancerzu wynosił od 0% do 21%.

Wyniki pomiarów wykonanych przez COBiRTK oraz IL są zbieżne i świadczą o niezadowalającym stanie osłon przeciwkorozyjnych kabli.

Podobne wyniki uzyskano z pomiarów wykonanych przez Zakład Doświadczalny Zrzeszenia Budownictwa Łączności, który wykonywał badanie terenowe osłon kabli telekomunikacyjnych i elektroenergetycznych SN.

Rodzaje uszkodzeń osłon przeciwkorozyjnych i przyczyny tych uszkodzeń

Stwierdzona w czasie pomiarów terenowych nieszczelność osłon przeciwkorozyjnych jest spowodowana różnego rodzaju usterekanmi produkcyjnymi oraz uszkodzeniami tych osłon w czasie nawijania kabla

na bębny, transportu i składowania na placach budowy oraz podczas układania kabli.

Spośród usterek powstałych w czasie produkcji można wymienić niejednorodności materiału osłony, mikroszczeliny, niedotrzymywanie wymaganej minimalnej grubości osłony, pęcherze powietrzne pod osłoną oraz braki lepissza pod osłoną w przypadku kabli o powłoce aluminiowej. Oslona wewnętrzna na powłoce kabla pod opancerzeniem jest często uszkodzona przez ostre krawędzie taśmy stalowej opancerzenia, natomiast osłona zewnętrzna może ulec uszkodzeniu przez ostre końce gwoździ wystających z drewna podczas nawijania kabla na bęben.

Bardzo liczne uszkodzenia mają miejsce w czasie przewozu bębnow samochodami bez należytego zamocowania bębnow wraz z innymi ładunkami oraz w czasie nieostrożnego załadowywania i wyładowywania bębnow kablowych.

W czasie układania kabli uszkodzenia powstają przy stosowaniu niestarannie przygotowanych pługów kablowych, w czasie przeciągania rozwiniętego odcinka kabla po nierównym kamienistym terenie, lub przy układaniu kabli w rowie nie oczyszczonym od ostrych kamieni i bez pościeli z piasku lub miękkiej ziemi, albo podczas nieostrożnego wciągania kabla do kanalizacji kablowej, zwłaszcza betonowej.

Oslony zewnętrzne kabla ulegają uszkodzeniu również w czasie jego eksploatacji, a przede wszystkim podczas robót budowlanych prowadzonych w sąsiedztwie linii kablowej, gdy nie jest dokładnie znana trasa kabla.

Oslona kabla może być również uszkodzona podczas wyładowań atmosferycznych, a zwłaszcza wówczas, gdy kabel znajduje się w zbyt bliskim sąsiedztwie uziomu odgromowego wysokich budowli, uziomów wysokich słupów linii elektroenergetycznych lub w pobliżu korzeni wysokich drzew.

Propozycje dotyczące poprawy sytuacji w zakresie jakości osłon przeciwkorozyjnych i uszczelniających kabli telekomunikacyjnych i elektroenergetycznych

1. Należy uściślić i podwyższyć wymagania dotyczące podstawowych elektrycznych parametrów osłon kabli, świadczących o szczelności osłon, jak też uściślić sposoby sprawdzania tych wymagań zarówno w normie produkcyjnej, w normach dotyczących budowy linii kablowych, jak też w instrukcjach eksploatacyjnych kabli. Wymagania ujęte w normach powinny stanowić podstawę do egzekwowania wysokiej jakości osłon przeciwkorozyjnych kabli w czasie ich produkcji, podczas budowy i eksploatacji linii kablowych, a nie sankcjonować niezadowalający stan osłon w obecnej sytuacji.

2. Należy zaostrzyć kontrolę jakości osłon w czasie produkcji kabli, a zwłaszcza podczas badań odbiorczych, jak też w czasie budowy i odbioru linii kablowej. Konieczne jest przeprowadzanie okresowej kontroli stanu izolacji osłon w czasie eksploatacji linii kablowych.

3. Postuluje się wprowadzić i egzekwować odpowiedzialność finansową za koszt naprawy usterek i uszkodzenia osłon stwierdzonych podczas montażu i odbioru linii kablowej, powstałe z winy producenta kabli, przewoźnika lub przedsiębiorstwa budowlane-

go. Sprawa ta powinna być uregulowana odpowiednim porozumieniem, zawartym między zainteresowanymi stronami w postaci pisemnego dokumentu.

4. Postuluje się wprowadzenie personalnej odpowiedzialności finansowej dla osób winnych spowodowania uszkodzenia kabli w czasie prac budowlanych ziemnych. Konieczne jest poinformowanie przedstawicieli przedsiębiorstwa budowlanego o przebiegu trasy kabla w rejonie prowadzonych prac budowlanych ziemnych w oparciu o stale aktualizowaną dokumentację techniczną, sporządzoną na jednym podkładzie geodezyjnym z naniesionymi innymi podziemnymi konstrukcjami metalowymi. Przed dopuszczeniem przedsiębiorstwa budowlanego do wykonywania prac budowlanych zaleca się oznakowanie trasy przebiegu kabla za pomocą metalowych oznaczników w postaci pomarańczowych chorągiewek.

5. Postuluje się ponadto wprowadzenie zasady starannego uaktualniania dokumentacji, np. przez sporządzanie po każdej zmianie usytuowania urządzeń podziemnych odpowiedniego rysunku fragmentu terenu, gdzie nastąpiła zmiana i rozsyłanie wykonanych odbitek rysunku do zainteresowanych komórek poszczególnych służb lub przedsiębiorstw celem naklejania tego fragmentu na odpowiedni fragment rysunków dokumentacji. (Odręczne nanoszenie zmian w dokumentacji jest zwykle niestannie wykonywane. Często zmiany takie w ogóle nie są nanoszone w dokumentacji wskutek niedbalstwa pracowników).

6. Drewniane bębny kablowe należy poddać oględzinom przed nawijaniem kabla. Postuluje się wprowadzić do obowiązujących norm konieczność tzw. „odeszkowania” bębnow kablowych w celu zabezpieczenia kabli, a zwłaszcza zewnętrznych osłon kablowych przed możliwością uszkodzeń mechanicznych w czasie transportu i składowania na placu budowy. Należy zachować ostrożność oraz zastosować odpowiednie środki zaradcze przed możliwością uszkodzenia zewnętrznych osłon przeciwkorozyjnych kabla podczas transportu bębnow (właściwe mocowanie bębnow kablowych na samochodach, zaniechanie przewożenia bębnow kablowych wraz z innymi przewożącymi się ładunkami itp.).

7. Postuluje się podjęcie prac mających na celu opracowanie i uruchomienie produkcji osprzętu kablowego przeznaczonego do montażu kabli telekomu-

nikacyjnych, wyposażonych w osłony przeciwkorozyjne, jak też opracowanie i uruchomienie produkcji innych elementów i materiałów niezbędnych do wykonywania montażu tego typu kabli.

Bibliografia

- [1] PN-/E-90163 (zamiast PN-75/E-90163) *Ostony ochronne i pancerze kabli elektrycznych.*
- [2] PN-73/E-94160. Arkusz 72. *Przewody elektryczne. Metody badań. Próby napięciowe.*
- [3] PN-83/E-04160 Arkusz 73. *Przewody elektryczne. Metody badań. Pomiary oporności izolacji.*
- [4] PN-/E-04160 (zamiast PN-75/E-04160/52 i PN-73/E-04160/60) *Przewody elektryczne. Metody badań. Badanie własności osłon ochronnych i pancerzy.*
- [5] BN-89/8994-18 (zamiast BN-78/8984-18) *Telekomunikacyjne linie kablowe dalekosiężne. Ogólne wymagania i badania.*
- [6] BN-89/8984-17/03 (zamiast BN-76/8984-17). *Telekomunikacyjne sieci kablowe miejscowe. Ogólne wymagania i badania.*
- [7] PN-/E-05125 (zamiast PN-76/E-05125). *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.*
- [8] BN-85/3081-01/01. *Urządzenia i układy elektryczne. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych. Postanowienia ogólne.*
- [9] BN-85/3081-01/02. *Urządzenia i układy elektryczne. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych. Wymagania techniczne dla urządzeń i układów urządzeń o napięciu znamionowym wyższym od 1 kV.*
- [10] Puchalski T. + zespół: *Opracowanie wytycznych uzimiania metalowych powłok kabli telekomunikacyjnych na podstawie badań eksploatacyjnych.* Praca COBIRTK Nr 3124/20 W-wa 1982.
- [11] Skiba-Rogalska O., Połczyńska J.: *Badania w warunkach eksploatacyjnych środków ochrony dla kabli o powłokach aluminiowych i stalowych.* Praca IŁ Nr 111.01 A.03 W-wa 1981 r.
- [12] Skiba-Rogalska O., Połczyńska J.: *Ocena jakości osłon ochronnych kabli o powłokach aluminiowych na aktualnie budowanych i eksploatowanych liniach telekomunikacyjnych.* Praca IŁ Nr 05.3 e.2.1. 5.1 W-wa 1982 r.
- [13] Staszewski L.: *Biuletyn informacyjny Nr 6/278 (omówienie).* Informator Projektanta Łączności. Nr 4/84.
- [14] Puchalski T.: *Postulaty dotyczące poprawy jakości osłon przeciwkorozyjnych kabli typu AlTKDXprFtr w toku produkcji i montażu (na podstawie wyników pomiarów rezystancji izolacji osłon w terenie).*
- [15] Dmowski E.: *Wstępne wytyczne utrzymania dobrego stanu osłon izolacyjnych na kablach o powłokach aluminiowych układanych w ziemi.* Praca ZBŁ-01.D.07. W-wa 1984 r.

Przegląd prasy

Marčuk B.: Upravlenie passażirskimi perevozkami i marketing na baze sistemy „Ekspress-2”. **Kierowanie przewozami pasażerskimi i marketing na bazie systemu „Ekspress-2”.** Żeleznje Dorogi Mira 1989 nr 3 s. 4—8.

Charakterystyka przewozów pasażerskich wykonywanych przez koleje radzieckie. Etapy rozwoju systemu elektronicznej rezerwacji miejsc „Ekspress” i aktualny stan jego rozpowszechnienia na sieci SŻD. Techniczne aspekty procesów rezerwacji miejsc, sprzedaży

biletów oraz handlowej odprawy przesyłek w systemie „Ekspress-2” oraz jego wykorzystanie dla potrzeb informowania pasażerów. Możliwości wykorzystania gromadzonych w systemie informacji do operatywnego kierowania przewozami pasażerskimi. Powstawanie informatycznego systemu nadzoru eksploatacji i napraw taboru pasażerskiego. Ocena możliwości zastosowania zautomatyzowanych systemów do bieżącego kierowania przewozami pasażerskimi i podnoszenia jakości usług transportowych.

Polskie Koleje Państwowe w „Małym roczniku statystycznym 1939”

W drugiej połowie ubiegłego roku ukazał się reprint „Małego rocznika statystycznego 1939”^{*)}. Było to dziesiąte wydanie małego rocznika przed wojną. Dla nas interesujące jest w nim przede wszystkim to, co dotyczy przedwojennych polskich — i innych — kolei.

Zacznijmy od plac. Oto tabela, w której przedstawiono uposażenie miesięczne na PKP (na podstawie budżetu na 1939 rok).

Tabela 1

Grupa uposażenia	Uposażenie zasadnicze w złotych	Liczba etatów
1	1000	11
2	700	83
3	550	141
4	450	426
5	390	586
5	335	1182
7	295	2483
8	260	6446
9	225	9389
10	200	16 575
11	175	28 179
12	150	43 411
13	125	31 031
14	100	3222

Uwaga: nie uwzględniono etatów, dla których nie oznaczono grupy uposażenia

Pracownicy przedsiębiorstwa PKP otrzymywali także dodatki funkcyjne i służbowe w wysokości od 25 do 600 złotych. Na przykład dyrektor kolei państwowych 600 zł, naczelnik samodzielnego biura 250 zł, naczelnik służby (biura) w dyrekcji okręgowej 200—250 zł, naczelnik warsztatów głównych II klasy 125 zł, zawiadowca odcinka drogowego I klasy 50 zł, zawiadowca odcinka drogowego III klasy 25 zł; na kolejach normalnotorowych na niektórych stanowiskach służby wykonywawczy obowiązywałyienne dodatki służbowe od 0,30 do 2 zł.

Te wszystkie informacje warto uzupełnić danymi o cenach i kursach walut. Najpierw niektóre ceny. Są to ceny detaliczne artykułów pierwszej potrzeby w marcu 1939 r. w Warszawie. Chleb żytni

^{*)} „Mały rocznik statystyczny 1939”. Nakładem Głównego Urzędu Statystycznego. Warszawa 1939. Cena 1 zł.

pytłowy — 1 kg kosztował 30 gr, 1 kg mąki pszennej 45 gr, 1 kg ziemniaków 10 gr, 1 kg mięsa wołowego 1,53 zł, 1 kg mięsa wieprzowego 1,52 zł, 1 kg słoniny 1,58 zł, 1 l mleka 26 gr, 1 kg masła 3,98 zł, 1 kg (sic!) jaj 1,51 zł, 1 kg cukru 1 zł, 100 kg węgla 4,80 zł, 1 l nafty 38 gr, za 10 kWh energii elektrycznej 5,30 zł.

Tabela 2

Kraj	Długość eksploatacyjna linii (km)			Tabor (sztuk)		
	ogółem	na 100 km ²	na 10 000 mieszkańców	parowozy	wagony osobowe	wagony towarowe
Polska	20 118	5,2	5,8	5300	10 500	153 400
Wielka Brytania	30 663	9,8	6,5	19 700	42 800	639 800
Czechosłowacja	13 548	9,6	8,9	4100	9600	90 600
Francja	42 490	7,7	10,1	18 700	31 900	484 600
Rumunia	11 259	3,8	5,7	3500	3600	54 800
USA	378 802	4,8	29,3	44 700	24 500	1 776 400
Włochy	16 840	5,4	3,9	5700	7500	125 700

A oto kursy niektórych walut w końcu marca 1939 r. Wtedy 1 dolar USA kosztował 5,31 zł, 1 funt szterling 24,84 zł, 100 franków francuskich tylko 14,07 zł, 100 Reichsmark 212,54 zł, 100 lirów włoskich 27,94 zł. Jak z tego widać, złotówka była prawdziwym pieniądzem i powyższe zarobki były coś warte.

Dla porównania: w 1935 r. 80,1 proc. pracowników umysłowych zarabiało do 360 zł miesięcznie, a tylko 19,9 proc. więcej niż 360 zł, zaś jeśli chodzi o tygodniowy zarobek robotników „w wielkim i średnim przemyśle przetwórczym” w sierpniu 1938 r., to 59,6 proc. zarabiało (tygodniowo) do 30 zł, 27,4 proc. od 30 do 50 zł, 10,4 proc. od

50 do 80 zł i 2,6 proc. 80 zł i więcej. Tyle o placach.

W dwudziestolecu kolej rozwijała się. W latach 1920—1938 zbudowano 1770,5 km nowych linii kolejowych (dane te nie obejmują bocznic i torów stacyjnych), w tym 63 km dwutorowych i 367,2 km wąskotorowych. Najdłuższymi z nich były linie: Karsznica — Inowrocław, 155 km, oddana do użytkowania w 1933 r., Kalety — Podzamcze, 115 km, 1926 r., Kutno — Strzałków, 111 km, 1921 r.

Dzięki tym inwestycjom Polska miała na początku 1938 r. 20 118 km

linii kolejowych normalnych i wąskotorowych (bez dojazdowych samorządowych i prywatnych). Porównanie z innymi krajami, jeśli chodzi o długość eksploatacyjną linii oraz tabor (parowozy i wagony), przedstawiono w tabeli 2 (dane za 1937 r.).

Jeśli chodzi o komentarz do tej tabeli, to II Rzeczpospolitą najzasadniej porównać z Włochami, przed wojną krajem o porównywalnej powierzchni, liczbie ludności, stopniu rozwoju przemysłowego, a nawet wielkości i sile armii.

Przewozy pasażerów i towarów w 1937 r. w zestawieniu z kilkoma innymi krajami, przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Kraj	Przewozy pasażerów		Przewozy towarów	
	w mld osób	w mld paskm	w mln ton	w mld tkm
Polska	211,2	6,9	73,1	22,1
Wielka Brytania	1303,3	34,3	391,7	29,3
Czechosłowacja	268,7	9,2	72,5	10,9
Francja	626,4	27,0	246,8	36,6
Rumunia	43,4	3,4	26,6	5,8
USA	497,3	39,7	1828,8 ^{*)}	575,6
Włochy	146,2 ^{*)}	10,5 ^{*)}	58,2 ^{*)}	12,4 ^{*)}

^{*)} w 1936 r.

Oznaczenia: paskm — pasażerokilometry, tkm — tonokilometry

Elektryfikacja. W latach 1936—1938 zelektryfikowano 85 km linii kolejowych. Liczba wagonów silnikowych w końcu 1938 r. wynosiła 67, a liczba pociągów o trakcji elektrycznej 260.

W końcu 1938 r. w Polsce były też 74 lokomotywy spalinowe.

Wypadków na kolejach normalnotorowych w 1938 r. było 1507, w tym 83 zderzenia, 117 wykolejeń, 273 wypadki na przejazdach i 1034 innych. Na 1 mln pociągów było 1,56 zderzeń i wykolejeń.

W tych wypadkach było 542 zabitych (łącznie ze zmarłymi wskutek odniesionych ran w ciągu pierwszej doby po wypadku), w tym 48 podróżnych, 151 pracowników kolei i 343 innych osób. Rany odniosły 662 osoby — 109 podróżnych,

373 pracowników kolei i 180 innych.

Porównanie z przedwojennymi Włochami, jeśli chodzi o dane z tabel 2 i 3, wypada dla nas dość korzystnie. Warto więc dodać, by ostudzić nieco naszą dumę, że w „drugiej połowie” transportu lądowego, mianowicie samochodowym, byliśmy dość zacofani i zdecydowanie gorsi od Włochów. W 1938 r. mieliśmy 34 000 samochodów, w tym 7 000 ciężarowych (10 na 10 000 mieszkańców), zaś Włosi 436 000 samochodów, w tym 108 000 ciężarowych (100 na 10 000 mieszkańców). Różnica ponad dziesięciokrotna.

W II Rzeczypospolitej kolej była jednym z głównych czynników spajających młode państwo. Ówczesne

PKP były naprawdę dobrymi kolejami, w latach trzydziestych osiągnęły dobry poziom europejski dzięki wspólnym wysiłkom polskich czynników państwowych, kolejarzy i bazy techniczno-przemysłowej.

Jako puentę można zacytować słowa naszego literackiego noblisty, Czesława Miłosza (rocznik 1911), który kilka lat temu, wspominając międzywojnie powiedział, że dwie najbardziej pozytywne rzeczy, które utkwily mu w pamięci i ukształtowały jego spojrzenie na osiągnięcia tamtego okresu, to nowoczesny, stojący naprawdę na wysokim poziomie system szkolnictwa i koleje państwowe, które działały bezbłędnie, a pociągi kursowały z dokładnością co do minuty.

WALDEMAR GOSK

Z zagranicznej literatury fachowej

Forschungsinformation: Betriebsleitsysteme europäischer Bahnen. **Informacja naukowo-badawcza: Systemy zdalnego sterowania kolei europejskich.** Eisenbahntechnische Rundschau 1989 nr 3, s. 173—175.

W ramach pracy naukowo-badawczej, prowadzonej przez zarząd DB oraz specjalistyczne firmy i uczelnie transportowe, dokonano charakterystyki systemów zdalnego sterowania stosowanych w zarządach zachodnioeuropejskich. Opisano i porównano następujące parametry: sieć kolejową objętą zdalnym sterowaniem, systemy zdalnego sterowania na liniach konwencjonalnych i na liniach szybkiego ruchu. Wspólną cechą w przypadku linii konwencjonalnych są jedynie punktowe systemy oddziaływania tor-pojazd. Odnośnie do linii szybkiego ruchu proponuje się działania umożliwiające współpracę systemów zdalnego sterowania stosowanych na liniach przygranicznych, w sąsiadujących ze sobą krajach.

Jesberg K. H.: Der Weg zur rechnergestützten Steuerung des Eisenbahnbetriebes. **Droga do wspomagane-go komputerowo sterowania ruchem kolejowym.** Eisenbahntechnische Rundschau 1988 nr 11 s. 737—741, 3 rys.

Wprowadzenie i unowocześnienie układów miejscowego nastawiania zwrotnic (EOW) umożliwia wykorzystanie ich w zdecentralizowanym, mikroprocesorowym systemie srk (MCDS). Opisano konfigurację i funkcje systemu mikroprocesorowego (MC-EOW), który steruje pracą zwrotnicy na podstawie rozkazów lokalnych i z centrali dyspozytorskiej. Przedstawiono możliwości zbudowania systemu MCDS wykorzystującego układy MC-EOW oraz projekt centrali dyspozytorskiej ze zintegrowanymi funkcjami dyspozytorskimi i sterowania.

Löffler H.: Teilmechanisierung von Ablaufanlagen kleinerer Leistung. **Częściowa mechanizacja górów rozrządowych o małej pracy rozrządowej.** Eisenbahnpraxis 1989 nr 2 s. 67—69.

Koleje niemieckie stosują na stacjach o niewielkiej pracy rozrządowej, torowe hamulce śrubowe (SGB). Torowe hamulce śrubowe są przytwierdzone do szynki szyny za pomocą czterech śrub i służą jako hamulce torowe dolne. Opis budowy i obsługi hamulców torowych, pulpitu sterowniczego oraz zasilania. Ekonomiczne uzasadnienie eksploatacji hamulców śrubowych na małych stacjach rozrządowych.

Miyachi M.: The development of the speed verification type ATS with the transponder. **Udoskonalenie urządzenia ATS do kontroli prędkości biegu pociągu współpracującego z transponderem torowym.** Quarterly Reports Railway Technical Research Institute 1988 nr 3 s. 103—106, 3 rys. 1 tab. 6 fot.

Opisano modyfikację urządzenia ATS-P do automatycznego hamowania pociągu działającego na zasadzie porównywania aktualnej prędkości pociągu z prędkością zadaną przez krzywą hamowania pociągu, którą generuje urządzenie pojazdowe na podstawie informacji odebranej za pomocą transpondera z urządzeń przytorowych. Zamontowane na torze transpondery typu stosowanego w lotnictwie i w badaniach przestrzeni kosmicznej umożliwiają dwukierunkową transmisję danych cyfrowych w relacji pociąg/tor z maksymalną szybkością 64 Kbitów oraz zapewniają dużą niezawodność transmisji. Podano konfigurację układu transpondera, konfigurację oraz zasady funkcjonowania systemu, specyfikę techniczną, budowę telegramu, działanie systemu oraz realizowane funkcje. Urządzenia torowe zmontowano w czterech punktach na liniach Tokaido i Sanyo, a pojazdy na lokomotywach EF66.

Wehner L.: Simpler signalling to cut costs. **Uproszczona sygnalizacja w celu obniżenia kosztów.** Railway Gazette International 1988 nr 8 s. 513—515, 4 rys.

Koleje RFN (DB) eksperymentalnie wprowadziły na liniach jednotorowych o małym ruchu, uproszczone zabezpieczenie ruchu umożliwiające obniżenie kosztu

sygnalizatorów i zmniejszenie personelu obsługi. System SZB w wersji Scheidt-Bachmann jest próbowany na 30 km linii Dachau — Altomünster, gdzie prędkość na linii jest ograniczona do 80 km/h, a wjadowo-wyjazdowa na stacje do 40 km/h. Obsługa pociągu przejmie część obowiązków stacji przez łączność radiowo-telefoniczną z centralną dyspozycją. Na 53 km odcinku linii w dolinie Vellej będzie badana wersja SZB systemu Standard-Electric-Lorenz pomiędzy Pforzheim i Hochdorf. Obie wersje są przewidziane do dalszej modernizacji. DB zakwalifikowały 48 linii do wprowadzenia systemu.

Ikeda T.: Human Science Approaches to Crossing Safety at JR. **Aspekty naukowo-społeczne bezpieczeństwa na przejazdach kolei japońskich**. Quarterly Reports Railway Technical Research Institute 1989 nr 1, s. 2—8, 6 rys., 5 tab. bibliogr. 22 poz.

Koleje japońskie (JR) mają 25 000 skrzyżowań z drogami publicznymi. W ciągu roku zdarza się tam ponad 700 wypadków, w wyniku których ginie ok. 150 ludzi, przeważnie z powodu błędów użytkowników dróg. Zestawienie długości linii, przebiegu pociągów, długości dróg, liczby pojazdów oraz liczby przejazdów i dziennego ruchu na nich z podziałem na rodzaje zabezpieczeń przejazdów (ręczne, automatyczne 2- i 4-zaporowe, niechronione mechanicznie z sygnalizacją świetlną i akustyczną lub bez żadnej ochrony). Cykl współdziałania sygnalizacji akustycznej i świetlnej ze zmianą pozycji zapór. Statystyka wypadków i ich przyczyn. Badania naukowe i wnioski w zakresie poprawy bezpieczeństwa.

Maruyama N.: Prepaid cards in railways. **Zastosowanie magnetycznych kart przedpłat do zakupu biletów kolejowych**. Japanese Railway Engineering 1988 nr 107 s. 12—14, 1 tab. 5 fot.

Omówiono zastosowanie kart z nośnikiem magnetycznym do sprzedaży biletów w automatach, wprowadzone do użytku przez 6 japońskich przedsiębiorstw państwowych i 10 prywatnych. Karty o wymiarach 57,5 × 85 mm różniące się standardem od kart telefonicznych i bankowych. Są trwałe, lżejsze od monet, łatwe do przechowywania, mają szerokie walory użytkowe. Umożliwiają nabywanie biletów do określonych stacji, na wybrane pociągi, w tym również między różnymi przedsiębiorstwami kolejowymi. Automaty do sprzedaży biletów są tańsze w produkcji i szybsze w działaniu (7 s) niż operujące banknotami (10 s) i monetami (13—15 s).

Can acoustic detectors reduce bearing failures? **Czy wykrywacze akustyczne mogą zmniejszyć awarię łożysk?** Railway Age 1988 nr 10 s. 39—40 i 46, 1 rys.

Urządzenia do wykrywania przegrzanych łożysk na podczerwień ze względu na rozmieszczenie na szlaku (25—30 mil) nie są w stanie wyeliminować wszystkich awarii łożysk. Firma Servo razem z towarzystwami kolejowymi Conrail i Union Pacific prowadzi próby eksploatacyjne akustycznego detektora przegrzanych łożysk tocznych. Opisano konstrukcję urządzenia i zasadę działania. Omówiono wnioski z przeprowadzonych prób eksploatacyjnych oraz przedstawiono korzyści z zastosowania takiego urządzenia na liniach kolejowych.

Bridier G.: Socrate gérera 800 transactions par seconde. **System Socrate będzie wykonywać 800 operacji na sekundę**. Vie du Rail 1989 nr 2191/20 s. 4—5, 1 fot.

Socrate, system elektronicznej rezerwacji na SNCF zostanie oddany do eksploatacji z chwilą uruchomienia nowej linii dużej prędkości — TGV Północ. Nowa centrala zostanie zainstalowana w Lille, będzie pracować na podstawie oprogramowania „Sabre” American Airlines. Równolegle z rezerwacją miejsca będzie można również zarezerwować pokój w hotelu, taksówkę itp. System Socrate będzie gotowy w 1991 r. Przewiduje się, że w 1995 r. rezerwacja obejmie 130 mln pasażerów. Możliwość połączenia systemu z systemem Amadeus umożliwiającym sprzedaż biletów turystom Stanów Zjednoczonych, Japonii i innych krajów.

Martchuk B. E.: La gestion du trafic voyageurset le marketing basés sur l'utilisation du Système „Express-2”. **Zarządzanie przewozami pasażerskimi i marketing z wykorzystaniem Systemu „Express-2”**. Rail International 1989 nr 4—5 s. 13—16, 1 rys.

Rola i cele planowania przewozów pasażerskich. Tendencje rozwoju systemów rezerwacji miejsc. Przeprowadzona analiza wykazała, że tradycyjny system rezerwacji może być stosowany w przewozach pasażerskich nie przekraczających 3,6 mln pasażerów rocznie, a przy 12 mln elektroniczna rezerwacja miejsc jest koniecznością. Pierwszy elektroniczny system rezerwacji miejsc „Express-2” działa na SŽD od kwietnia 1972 r. i do 1985 r. obsługiwał ponad 500 mln pasażerów. Od 1984 r. system objął całą sieć SŽD. Bank danych „Ekasis” służy do informowania pasażerów. System „Esubr” jest przeznaczony do automatyzacji wysyłek bagażowych. Do właściwego funkcjonowania tych systemów jest niezbędne odpowiednie wykorzystanie i konserwacja wagonów pasażerskich. Wnioski.

Sapożnikov V. V. i Sapożnikov Vl. V.: Principy postroenija otkazoustojčivych mikroprocessornych sistem. **Zasady budowy bezpiecznych systemów mikroprocesorowych**. Avtomatika Telemekhanika i Svjaz' 1989 nr 4 s. 22—25, 10 rys.

Do metod zwiększających bezpieczeństwo układów mikroprocesorowych zalicza się redundancję i kodowanie nadmiarowe. Zwiększona liczba elementów układu realizujących tą samą funkcję oraz systemy głosujące wpływają jednak ujemnie na niezawodność rozwiązań. Opisano zależności między bezpieczeństwem i niezawodnością układów z redundancją sprzętową. Przedstawiono zasady kodowania nadmiarowego umożliwiającego wykrywanie i usuwanie błędów występujących podczas transmisji informacji. Omówiono sposoby programowania bezpiecznych systemów mikroprocesorowych.

Lux W.: Avtomatičeskaja sistema predupreždenija remontnych brigad o približenii poezda. **Automatyczny system ostrzegania brygad remontowych o zbliżeniu się pociągu**. Železnye Dorogi Mira 1989 nr 3 s. 53—56.

Firma Schweizer AG jest producentem automatycznego systemu typu ARW 5/1 zbiorowego ostrzegania brygad remontowych o zbliżeniu się pociągu. System

ostrzegania został zastosowany podczas remontu tunelu na dwutorowej linii Hanower — Soest. Robotnicy są ostrzegani za pomocą sygnałów świetlnych i dźwiękowych. W rozwiązaniu użytym w tunelu wprowadzono zmiany mające na celu przystosowanie ARW 5/1 do technologii pracy i szybkiego usuwania ewentualnych awarii. Opisano ogólne zasady pracy systemu ostrzegania, własności zastosowanego rozwiązania oraz technologiczne i techniczne źródła założeń pracy systemu ARW 5/1.

Tiškin E. M., Feofilov A. N.: Avtomatizirovannyj rasčet grafikov dwiženija poezdov metropolitena. **Zautomatyzowane sporządzanie wykresów ruchu pociągów metra.** Vestnik Instituta Železnodorożnogo Transporta 1989 nr 2 s. 8—9.

W celu sporządzenia, optymalnego wykresu określono najpierw elementy ograniczające zgodność przebiegu linii, a następnie przeprowadzono modelowanie procesu ruchu pociągów, uwzględniające takie elementy jak: wprowadzenie większej dopuszczalnej prędkości ruchu pociągów na torach stacyjnych, wykorzystanie brygad manewrowych w punktach obrotu składów na stacjach końcowych, udoskonalenie urządzeń SRK. Algorytm obliczania optymalnych wykresów realizowany był na komputerze EC. Wyniki końcowe przedstawione są na urządzeniu kreślącym BENSON.

Göpner M.: Modelirovanie skatynivanja otcepov s sortirovočnoj gorki. **Modelowanie procesu staczania odpręgów z górki rozrządowej.** Železnye Dorogi Mira 1989 nr 3 s. 23—27, 5 rys. 1 tab.

Sposób rozłożenia masy grupy wagonów rozrządowych wpływa na proces spychania ich z górki. W celu zbadania występujących tu zależności opracowano pakiet programów użytkowych w języku BASIC-2 umożliwiający modelowanie ruchu pociągów i spychanie odpręgów z górki rozrządowej. Programy mogą być zastosowane na mikrokomputerze do pracy w systemie dialogowym. Ustalono, że sposób rozłożenia masy odpręgu w większym stopniu wpływa na proces jego spychania z górki rozrządowej, niż opór ruchu, szczególnie w przypadku odpręgów długich.

Intrand A.: Rol' vyčislitel'noj tekhniki v ustanovlenii prioritetov vagonov v perevozkach. **Rola techniki obliczeniowej w ustalaniu priorytetów przesyłek wagonowych.** Železnye Dorogi Mira 1989 nr 4 s. 2—6, 1 rys.

Przedsięwzięcia podejmowane przez SNCF w ramach reorganizacji systemu przesyłek wagonowych. Techniczno-ekonomiczne aspekty budowy nowego, zautomatyzowanego systemu obejmującego 50 stacji rozrządowych: warunki funkcjonowania, zakładane cele technologiczne i ekonomiczne. Architektura zautomatyzowanego systemu oraz spełniane przez niego funkcje w zakresie gromadzenia danych, bieżącego śledzenia przewozów, bieżącego planowania oraz sprawozdawczości. Zastosowane urządzenia epd, ocena ich niezawodności. Zasady działania systemu, etapy jego wdrażania. Związki systemu z funkcjonującym w skali międzynarodowej systemem HERMES. Efekty wprowadzenia systemu.

Opracowano w BOINTEN Kol.

AUTOMATYKA KOLEJOWA

MIESIĘCZNIK TECHNICZNO-GOSPODARCZY
PL ISSN 0137-2858 — Indeks 35192

Rok XIII (XXXVII) nr 3, Marzec 1990 r.

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności
ul. Kazimierzowska 52, 02-546 Warszawa

UKD-656.212.5-52

MAREK BARTCZAK, EDWARD BARTOCHOWSKI, ZYGMUNT RAJKOWSKI — **Zmodernizowany układ sterowania i kontroli szybkobieżnego napędu zwrotnicowego z silnikiem trójfazowym dla górki rozrządowej.** Automatyka Kolejowa, rok XIII(XXXVII), nr 3/1990 r., s. 33—39

W artykule omówiono podstawowe założenia modernizacji wymienionego w tytule układu. Opisano zasady działania, sposób badania układu pod względem funkcjonalnym oraz reakcji na usterki i zakłócenia operacyjne. Wnioski z przeprowadzonych badań.

UKD-656.257

ZBIGNIEW MOŚCICKI — **Flektryczna centralizacja zwrotnic w urządzeniach mechanicznych.** Automatyka Kolejowa, rok XIII(XXXVII), nr 3/1990 r., s. 39—41

Scharakteryzowano możliwe do wprowadzenia rozwiązania pozwalające uzależnić zwrotnice nastawiane elektrycznie w urządzeniach mechanicznych.

UKD-621.397.12

JERZY KOŚNIK — **Zastosowanie obiektywów z automatyczną regulacją przesłony w kamerach TV użytkowej na PKP.** Automatyka Kolejowa, rok XIII(XXXVII), nr 3/1990 r., s. 42—43

Opisano metodę polepszania jakości obserwacji kamery widokową produkcyj ZTPS typu TPK-89 przez zastosowanie obiektywu z automatyczną regulacją przesłony.

UKD-621.315.21:620.197

STANISŁAW ZBYRAD — **Zabezpieczenie kabli optycznych przed korozją.** Automatyka Kolejowa, rok XIII(XXXVII), nr 3/1990 r., s. 43—48

Omówiono takie odmiany korozji, jak korozja naprężeniowa oraz korozja występująca we włóknach optycznych. Podano sposoby ochrony kabli przed tego rodzaju korozją.

UKD-620.19.001.4:621.315.21

TADEUSZ PUCHALSKI — **Przyczyny uszkodzeń osłon ochronnych kabli i propozycje dotyczące poprawy w tym zakresie.** Automatyka Kolejowa rok XIII(XXXVII), nr 3/1990 r., s. 48—53

Zagadnienia związane z poprawą zabezpieczenia osłon ochronnych kabli telekomunikacyjnych, elektroenergetycznych i trakcyjnych.

UKD-625.1:31

WALDEMAR GOSK — **Polskie Koleje Państwowe „Małym roczniku statystycznym 1939”** — Automatyka Kolejowa, rok XIII(XXXVII), nr 3/1990 r., s. 54—55

Informacje dotyczące plac, długości linii kolejowych, taboru kolejowego, przewozów pasażerskich i towarowych oraz wypadków wybrane z „Małego rocznika statystycznego 1939 r.”

Z zagranicznej literatury fachowej. Automatyka Kolejowa, rok XIII(XXXVII), nr 3/1990 r., s. 55—3, s. okł. Streszczenia artykułów zamieszczonych w różnych czasopiśmie zagranicznych, a dotyczących zagadnień z wielu dziedzin kolejnictwa (zabezpieczenia ruchu kol., elektronika na kolejach, informatyka, elektroniczne systemy rezerwacji miejsc itp.).

Zarząd Główny Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji, Główny Inspektorat Kolejowego Dozoru Technicznego i Zakłady Chemiczne „Organika-Zachem” w Bydgoszczy organizują w dniach 4—5 czerwca 1990 r. w Bydgoszczy konferencję pod tytułem:

*Przeciwdziałanie zagrożeniom ekologicznym
przy przewozie materiałów niebezpiecznych*

Celem konferencji jest zwrócenie uwagi na problem zagrożeń ekologicznych podczas transportu materiałów niebezpiecznych i omówienie działań podejmowanych dla eliminowania tych zagrożeń.

Przewozy produktów przemysłu chemicznego, szczególnie trujących i żrących, a także zapalnych stwarzają bowiem potencjalne zagrożenie bezpieczeństwa dla ludzi i ich środowiska.

Polski przemysł chemiczny, użytkujący cysterny kolejowe i drogowe, wprowadza do eksploatacji cysterny o nowych rozwiązaniach konstrukcyjnych, armaturze i powłokach ochronnych.

Stanowisko techników polskich, zainteresowanych problematyką przewozów materiałów niebezpiecznych, może być istotne przy podejmowaniu decyzji i ustalaniu środków zmierzających do dalszej poprawy bezpieczeństwa transportu materiałów niebezpiecznych w Polsce.

W konferencji przewidziano, m.in., udział zagranicznych i krajowych producentów cystern, użytkowników cystern, organów ochrony środowiska, inspekcji pracy i kolejowego dozoru technicznego.

Zgłoszenia przyjmuje i informacji udziela Zarząd Główny Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji, 00-043 Warszawa, ul. Czackiego 3/5, tel. pocztowy 27-02-58 lub tel. kolejowy 16-43.